Actas del Décimo Congreso Nacional y
Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la construcción

Donostia-San Sebastián
3 a 7 de octubre de 2017

Volumen I

Level of the ground Course

Section of the ROCK

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

Textos sobre Teoría e Historia de las Construcciones
Colección dirigida por Santiago Huerta

M. Arenillas et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
F. Bores et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
A. Buchanan et al. (Eds.). **Robert Willis. Science, Technology and Architecture in the Nineteenth Century**
A. Casas et al. (Eds.). **Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
A. Choisy. **El arte de construir en Roma**
A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio**
A. Choisy. **El arte de construir en Egipto**
A. Choisy. **Historia de la arquitectura** (en preparación)
I. J. Gil Crespo. (Ed.). **Historia, arquitectura y construcción fortificada**
I. J. Gil Crespo. **Actas de las Segundas Jornadas sobre Historia. Arquitectura y Construcción Fortificada**
J. Girón y S. Huerta. (Eds.) **Auguste Choisy (1841-1909). L'architecture et l'art de bâtir**
A. Graciani et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
R. Guastavino. **Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura**
J. Heyman. **Análisis de estructuras: un estudio histórico**
J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica**
J. Heyman. **Geometry and Mechanics of Historic Structures**
J. Heyman. **La ciencia de las estructuras**
J. Heyman. **Teoría básica de estructuras**
J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. 2 vols.**
J. Heyman. **Vigas y pórticos**
S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas**
S. Huerta (Ed.). **Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.). **Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta y P. Fuentes (Eds.). **Actas del I Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América**
S. Huerta (Ed.). **Essays in the History of the Theory of Structures, in Honour of Jacques Heyman**
S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the 1st International Congress on Construction History**
J. Monasterio. **Nueva teórica sobre el empuje de las bóvedas** (en preparación)
J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII**
H. Straub. **Historia de la ingeniería de la construcción** (en preparación)
G. E. Street. **La arquitectura gótica en España**
H. Thunnissen. **Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura**
A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas**
E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval**
R. Willis. **La construcción de las bóvedas en la Edad Media**

Actas del Décimo Congreso Nacional y
Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. San Sebastián, 3 –7 octubre 2017

Organizado por
Sociedad Española de Historia de la Construcción
ETS de Arquitectura Donostia-San Sebastián (UPV/EHU)
Instituto Juan de Herrera

Colaboran
Máster Rehabilitación y Restauración (UPV/EHU)
Puertos del Estado. Ministerio de Fomento
Programa de Doctorado de Patrimonio (UPV/EHU)
Grupo de Investigación de Estructuras de Madera en la Arquitectura (UPV/EHU)
Centro de Estudios José Joaquín de Mora (Fundación Cárdenas)

Director
Santiago Sánchez Beitia

Presidente de la SEdHC
Santiago Huerta

Comité Organizador
Ana Azpiri Albistegui
Javier Barrallo
Alfredo Calosci
Maite Crespo de Antonio
Lauren Etxepare Igiñiz
Paula Fuentes
Ignacio Javier Gil Crespo
Daniel Luengas Carreño
Alba de Luis
David Ordóñez Castañon

Comité Científico

Nacional
Antonio Almagro Gorbea
Miguel Arenillas Parra
Ricardo Aroca Hernández-Ros
Javier Barrallo Calonge
Luis Alfonso Basterra Otero
José Calvo López
Pepa Cassinello
Manuel Durán Fuentes
Rafael García García
Ignacio Javier Gil Crespo
Francisco Javier Girón Sierra
José Luis González Moreno-Navarro
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Rafael Marín Sánchez
Gaspar Muñoz Cosme
Pedro Navascués Palacio
Enrique Nuere Matauco
Enrique Rabasa Díaz
Antonio Ruiz Hernando
Santiago Sánchez Beitia
Cristina Segura Graíño
Miguel Taín Guzmán
Fernando Vela Cossío
Arturo Zaragozá Catalán

Internacional
Bill Addis (Reino Unido)
Antonio Becchi (Italia)
Tamara Blanes (Cuba)
Dirk Bühler (Alemania)
Mónica Cejudo Collera (México)
Luis María Calvo (Argentina)
Antonio de las Casas Gómez (Chile)
Xavier Cortés de la Rocha (México)
Beatriz del Cueto (Puerto Rico)
Juan Ignacio del Cueto (México)
Milagros Flores Román (Puerto Rico)
Virginia Flores Sasso (Rep. Dominicana)
Benjamín Ibarra Sevilla (México, EE.UU.)
Ana Angélica López Ulloa (Ecuador)
Fabián López Ulloa (Ecuador)
Joao Mascarenhas Mateus (Portugal)
Mario Mendonça de Oliveira (Brasil)
Roberto Meli (México)
Sandra Negro Tua (Perú)
John Ochsendorf (EE.UU.)
Esteban Prieto Vicioso (Rep. Dominicana)
María Isabel Sardón de Taboada (Perú)
Margareth Da Silva Pereira (Brasil)
Daniel Taboada Espinella (Cuba)

Actas del Décimo Congreso Nacional y
Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Donostia - San Sebastián, 3 – 7 de octubre de 2017

Edición a cargo de
Santiago Huerta
Paula Fuentes
Ignacio J. Gil Crespo

Prologo
Santiago Sánchez Beitia

Volumen I

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

















ISBN:978-84-9728-561-2 (Obra completa); ISBN: 978-84-9728-562-9 (Vol. I)
Depósito legal: M-26942-2017
Portada: Faro de Eddystone. J. Smeaton. *Narrative of the building and construction of the Eddystone lighthouse with* stone. London: 1791.
Fotocomposición e impresión: GRACEL
Libros Juan de Herrera: librosjuandeherrera.wordpress.com

Índice

Volumen I

Volumen II

Volumen III

Prólogo

La disciplina de la Historia de la Construcción se ha consolidado como una línea académica independiente en los últimos dos decenios. El X Congreso Nacional de Historia de la Construcción y el II Congreso Hispanoamericano de misma temática, que se celebran conjuntamente en Donostia-San Sebastián, constituyen un paso más en este camino. Como Responsable del Máster de «Rehabilitación, Restauración y Gestión Integral del Patrimonio Construido y de las Construcciones Existentes» y del Programa de Doctorado de «Patrimonio Arquitectónico, Civil, Urbanístico y Rehabilitación de las Construcciones Existentes», he adquirido una profunda consciencia de la necesidad de un conocimiento profundo de la construcción de los edificios antes de ni siquiera plantear cualquier tipo de intervención. Cuatro son los pasos que un profesional debe contemplar cuando actúa sobre un elemento a preservar: la comprensión del elemento, el acto proyectual, ejecutar lo proyectado y conservar lo ejecutado. Desde la coherencia, no es posible obviar a ninguno de ellos. El acto proyectual debe de estar fundamentado en la comprensión del monumento y lo ejecutado, según lo proyectado, debe de tener un plan de conservación, o cuando menos debe de tener previsto un plan de seguimiento, quedando fehacientemente documentados los nuevos elementos introducidos. Cualquier alteración de esta cadena lleva al desastre. El primer paso de los mencionados, conduce a conocer el elemento (la construcción) desde todo punto de vista que incluye la identificación de su estado, su funcionamiento, tipología estilística y constructiva, sus alteraciones temporales y su engarce con el entorno. Se precisa, por tanto, de una disciplina independiente y organizada, la Historia de la Construcción, que aporte este conocimiento.

Dentro de estos dos Congresos que se celebran conjuntamente, se ha programado una sesión especial sobre los faros históricos españoles lo que constituye una gran satisfacción personal. Con motivo de la elaboración, bajo mi dirección y por encargo del Ministerio de Cultura, Educación y Deportes, del Catálogo de faros con valor patrimonial de España se ha elaborado un primer listado de los Faros Históricos de las costas españolas. Asociada a la sesión especial, se desarrolla una Mesa Redonda bajo el título de «Estrategias de conservación de los faros históricos en España». La contribución de mi equipo de investigación está basada en la disciplina de la Historia de la Construcción. De ninguna otra manera se puede abordar nuestra obligación de preservar estas auténticas «fábricas de señalización».

El Faro es una construcción esquiva. Durante el día se observa la torre y edificaciones anexas pero no la luz que emite. Durante la noche, únicamente se detecta la luz. Sólo en los minutos del alba y en los últimos del atardecer, es posible observar ambos elementos: la arquitectura y la luz. Añadido a esto, el faro sea posiblemente la única maquinaria construida por el hombre en el siglo XIX y principios del XX que no emite un ruido salvo el proveniente de las sirenas de niebla en días de reducida o nula visibilidad. El sistema básico compuesto de lámpara, óptica (espejos y/o lentes), mecanismo de giro y su estructura completa (incluyendo los accesorios externos de fijación) que puede llegar a tener un peso de 2.000 kg, se coloca dentro de la linterna sobre una torre de varios metros de altura, en un lugar de muy difícil acceso alejado de centros urbanos. Incluso hoy en día sería una hazaña constructiva. Es una combinación de tecnología industrial y de elementos constructivos que debían contener los sistemas de señalización, pequeños talleres y almacenes y albergar a los torreros de modo permanente. Todo ello en activo y a pleno rendimiento las 24 horas del día.

Este volumen acoge las ponencias presentadas en el X Congreso Nacional y en el II Hispanoamericano de Historia de la Construcción sobre la temática de faros. Incluye las ponencias marco presentadas por el Jefe de Ayudas a la Navegación Marítima de Puertos del Estado y por el editor de esta obra. Espero que esta publicación contribuya a dar a conocer y preservar los faros históricos como elementos pertenecientes a nuestro Patrimonio Industrial, a nuestra memoria colectiva.

Santiago Sánchez Beitia
E.T.S. de Arquitectura, Donostia-San Sebastián
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Comunicaciones

Algunos aspectos constructivos del palacio al-Badi' de Marrakech

Antonio Almagro

El palacio al-Badi' de Marrakech es seguramente uno de los conjuntos áulicos más imponentes del occidente islámico, no sólo por sus enormes proporciones fuera de lo habitual, sino también por lo original de su disposición y la riqueza de su ornamentación que justificaban su nombre: Al-Badi' (la maravilla) (figura 1). Levantado entre 1578 y 1594 por sultán Ahmad al-Mansur al-Dahabi para crear un marco arquitectónico con el que respaldar su política, fue destruido apenas cien años después por el sultán alauí Mulay Ismail (1672–1727) para llevarse sus materiales y eliminar cualquier construcción que pudiera rivalizar con los palacios que construyó en su nueva capital de Mekinez.

Por sus proporciones descomunales de 155 x 130 m, se trata sin duda del edificio áulico más grande que conocemos en el mundo islámico occidental. Su disposición orbita en torno a un patio de 150 x 106 m en el que sus protagonistas son, junto a la arquitectura, el agua y la vegetación. Elemento fundamental en la composición es una gran alberca de 90 x 20 m, dispuesta en el eje mayor del patio, que contiene en su centro una pequeña isla que según documentos gráficos contemporáneos parece que contuvo una fuente.

A ambos lados de la alberca hay cuatro grandes áreas de vegetación de forma rectangular rehundidas respecto a los andenes más de dos metros. Acompañando a los parterres ajardinados y ocupando los cuatro ángulos del patio se dispusieron otras cuatro albercas que junto con la central rodean dos pabellones prominentes hacia el centro del patio. La separación entre las zonas de jardín se hace mediante amplios paseos, que estuvieron solados con azulejos de colores y que en la dirección longitudinal bordean también la alberca central mientras en la transversal forman un a modo de crucero interrumpido por ésta, aunque estrechos puentecillos permitían cruzarla a través de la isla.

Seguramente los elementos más distintivos de este conjunto lo constituían los dos pabellones con forma de *qubba* que se levantaban en el centro de los lados menores del patio. Sólo en el del lado occidental nos han llegado en pie los muros de su estructura principal, aunque nada de sus elementos ornamentales ni de cubrición. Del pabellón oriental únicamente se conserva su cimentación. En todo el perímetro del patio existían otras dependencias de muy diversa índole y entre ellas, algunas salas de gran importancia a juzgar por sus dimensiones y características.

Características de la construcción de tapia

La parte sustancial de la estructura del edificio está formada por muros de tapia de hormigón de cal. Como suele ser frecuente en este tipo de estructuras, las jambas de los huecos principales estaban formadas por machones de ladrillo enjarjados con la tapia y cuyas caras siempre quedaban enrasadas con las del muro de modo que los tapiales o tableros del encofrado no tuvieran que recortarse para adaptarse a

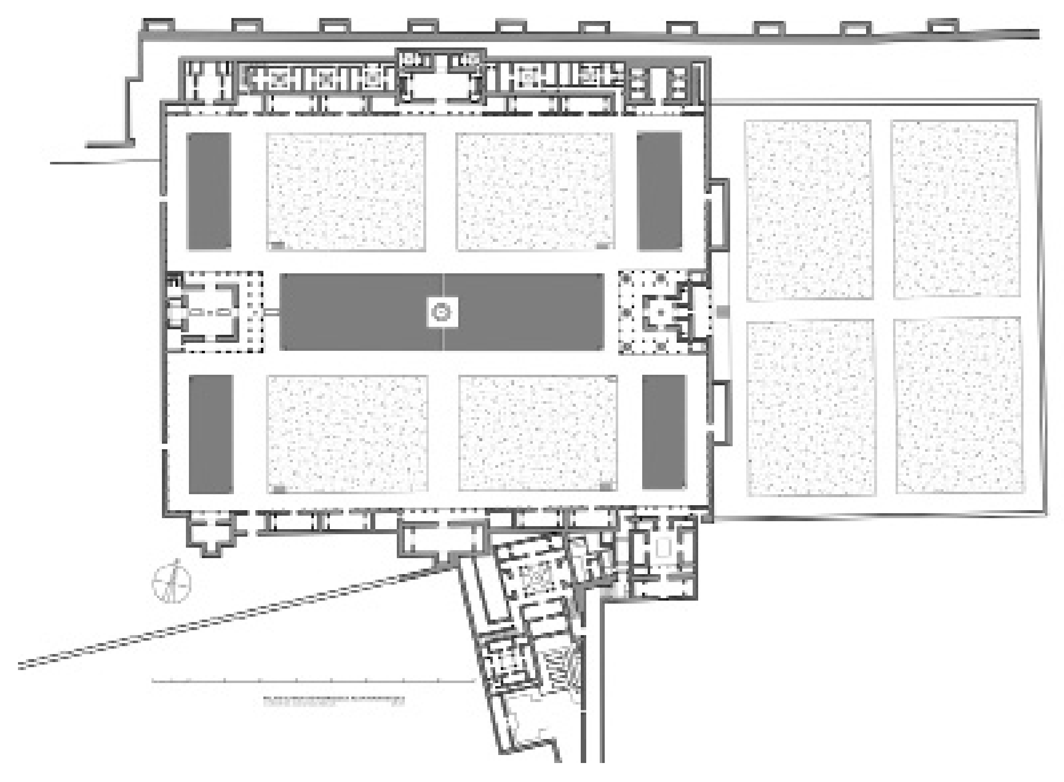


Figura 1
Planta del palacio al-Badi de Marrakech

salientes o retranqueos. Como veremos, la formación de pilastras adosadas a los muros u otras formas o variaciones respecto de la planta elemental de base, se realizaron haciendo rozas o vaciados en la fábrica de tapia una vez desencofrada, y seguramente antes de que endureciera. Este modo de proceder tenía sin duda como finalidad economizar en los elementos auxiliares usados en la construcción, realizándose inicialmente todos los muros con caras paralelas y uniformes para que con tapiales siempre reutilizables se pudiera ejecutar la parte fundamental de la estructura. En lugar de encofrar formas complejas, proceso siempre complicado y que comporta un mayor desperdicio de madera, se realizaban los sólidos capaces de la forma más simple posible y se tallaron, horadaron y adosaron a ellos todas las formas que necesitaba la obra final. Cualquiera de estas operaciones quedaba luego oculta por los revestimientos y la decoración, de modo que la imagen final que podía observarse ocultaba un proceso constructivo a veces no demasiado ortodoxo, aunque eminentemente práctico.

El proceso de expolio a que fue sometido todo este conjunto palatino apenas un siglo después de su construcción se concentró principalmente en aquellos elementos y materiales de mayor valor y mejor aprovechamiento, dejando in situ sólo las estructuras cuya destrucción no tenía mayor utilidad. Entre estos se encontraban sin duda los ladrillos, que han sido sistemáticamente arrancados de la fábrica, lo mismo que los alicatados y las maderas. Los agentes atmosféricos actuaron sobre materiales más endebles como los enlucidos y yeserías que quedaron a la intemperie, de modo que lo único que ha llegado hasta nosotros son las masas de tapia descarnadas en sus paramentos, y horadadas y recortadas para adaptarse a las formas finales deseadas. Además, nos aparecen privadas incluso de las jambas de los huecos y de los re-

mates superiores que también estuvieron formados con fábrica de ladrillo para la sujeción de los aleros.

La contemplación de esos muros a los que tanto escarnio no ha logrado privarles de monumentalidad, resulta inicialmente bastante sorprendente y confusa, confusión que las intervenciones modernas de restauración no han hecho en la mayor parte de los casos más que acentuar (figura 2). Los muros aparecen con interrupciones de bordes dentados, con los huecos de los mechinales de las agujas, generalmente amplificados por el deterioro de sus bordes y que se suceden regularmente, junto con otros muchos de distribución más irregular, y con las características pérdidas de material en las zonas bajas por los efectos de las humedades de capilaridad. Junto a esto, en el perímetro del patio se aprecian las aperturas de grandes rozas verticales en muchos casos con distribución aparentemente aleatoria, así como huellas de elementos que estuvieron adheridos al muro dentro de otras rozas situadas en su parte alta, y una larga casuística adicional. En el gran salón del lado norte o Qubba al-Nasr (Almagro 2014), se observan igualmente enormes rebajes en algunos de los muros y rozas horizontales abiertas para el apoyo de estructuras (figura 3). Tratar de desentrañar cuál es la causa de estas alteraciones y a través de su análisis obtener un conocimiento verosímil de la forma y aspecto originales de estos paramentos ha requerido una observación minuciosa y un estudio pormenorizado de todo ello.



Figura 3
Interior del Salón Norte con numerosos rebajes realizados en la tapia

Nos vamos a centrar principalmente en los muros del perímetro del patio en donde llama la atención la existencia de grandes rozas verticales horadadas en la masa de la tapia, con unas dimensiones aproximadas de entre 0.75 y 0.80 m de ancho y entre 0.15 y

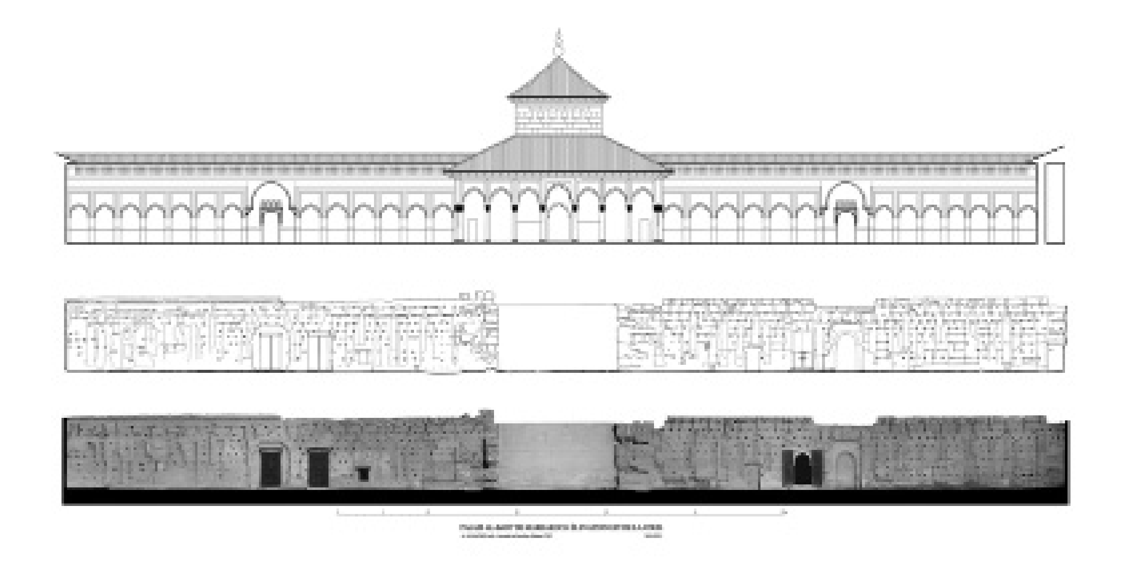


Figura 2
Alzado este del patio del palacio al-Badi. (Hipótesis de la forma original, dibujo de estado actual y ortofoto actual)

0.20 m de profundidad (figura 4). Mientras en algunas zonas su presencia parece seguir pautas regulares, en otras se identifican de forma confusa al superponerse incluso unas con otras. La interpretación de estos elementos puede hacerse gracias a que en unos pocos lugares se han conservado restos de la disposición original que muestra que estas rozas servían para encastrar pilastras de ladrillo de 0.70 m de frente y que sobresalían unos 0.15 m respecto al paramento del muro de tapia (figura 5).

Como ya hemos indicado anteriormente, esta forma de construir está basada en la idea de usar unos tapiales o encofrados genéricos con los que se hacían los muros principales, en los que después se abrían rozas para encastrar los elementos que debían configurar su forma definitiva, evitando así encofrados complejos que suponen a la larga más desperdicio de madera y mayor complejidad de montaje. Las pilastras encastradas fueron finalmente expoliadas, al igual que las jambas de las puertas y otros elementos similares, arrancando sus ladrillos y dejando las rozas abiertas en la masa de tapia. Sólo en algún sitio no se consumó el expolio total, lo que nos ha permitido reconocer su existencia.

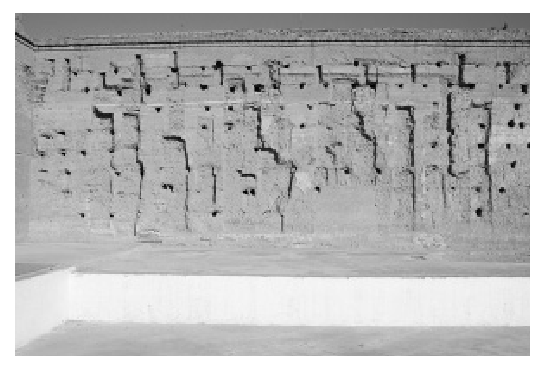


Figura 4
Zona septentrional del alzado oriental del patio con distintas rozas abiertas en la tapia

En toda la parte alta de los muros que forman el perímetro del patio se aprecias otras rozas menores, también verticales, muchas de las cuales presentan restos de mortero, al parecer de yeso, y que por el aspecto que ofrecen parecen corresponder al empotramiento de maderos de unos 1.50 m de longitud y unos 0.15 m de grosor (figura 6). Como ya interpretamos en el estudio de otras zonas del palacio (Almagro 2013, 11; 2014, 10) se trata sin duda de zoquetes que se empotraron para clavar sobre ellos las tablas de los aliceres, seguramente labrados, que servían de base al alero que remataba todo el perímetro del patio.

El proceso constructivo del patio

Para saber qué papel jugaban estas pilastras en la composición ornamental del patio, hemos de recurrir a otras fuentes de información como son algunos do-



Figura 5
Zona septentrional del alzado occidental del patio con restos de las pilastras de ladrillo a medio expoliar y rozas abiertas en la tapia para su encastre



Figura 6
Detalle del muro oriental con los huecos en la zona alta del muro para la fijación de zoquetes en los que clavar los aliceres

cumentos gráficos de la época que se nos han conservado y a construcciones coetáneas en las que podemos encontrar soluciones con alguna semejanza. La documentación gráfica se reduce a dos dibujos, un plano de la *qasba* sa’adí de Marrakech dibujado por el fraile trinitario Fray Antonio de Conçeyçao conservado en la Biblioteca del monasterio de El Escorial (Biblioteca de El Escorial, nº sign. d.III.27; Koehler 1940) y otro plano del ingeniero holandés Jacob Gool publicado posteriormente (Windus 1725, 222; Meunier 1957). El primero dibuja el patio rodeado por arquerías, en las que no hace diferencia entre las que hay delante de los pabellones principales y las del resto del perímetro. Puesto que sabemos que los pabellones principales estaban rodeados o precedidos por pórticos, podría deducirse por el dibujo que todo el perímetro del patio contó con pórticos o galerías cubiertas. Sin embargo, esto entra en contradicción con lo que expresa el plano de Gool, que dibuja claramente los pórticos de los pabellones mientras que el resto de los muros del patio los dibuja lisos, con sólo puertas que daban directamente al patio. Si tenemos en cuenta que el dibujo del fraile portugués es bastante torpe, casi naif, en su forma de representar mientras que el plano del holandés es mucho más técnico dentro de su simplicidad al tratarse más de un croquis o esquema que de un verdadero plano arquitectónico, creemos que hay que dar más verosimilitud a éste último que al primero y por tanto afirmar que el patio no contó con pórticos perimetrales, cosa que por otro lado estaría avalada por la ausencia de restos de tales elementos.

Pero lo que en realidad nos está aportando el dibujo del portugués es una imagen de los alzados que nos indica que todo el conjunto tuvo una composición general a base de arcos, unos reales y otros ciegos, para los que el dibujo no es capaz de hacer distinción. Esos arcos ciegos se apoyaban en las pilastras que hemos visto que se adosaban a los muros en todo el perímetro, salvo delante de los grandes salones en que su función pasaba a estar asumida por columnas de mármol que soportaban arcos reales en lugar de fingidos (Almagro 2013; 2014, Fig. 14 y 15). Esta solución, naturalmente a menor escala y con lógicas diferencias, puede verse en edificios coetáneos como la Madraza Ben Yussef (Triki y Dovifat 1999, 30), en donde los frentes del patio del lado del oratorio y del vestíbulo tienen una composición de este estilo. Este edificio nos permite también imaginar cómo se desarrollaba el alero corrido con un extenso alicer que esquemáticamente insinúa Fray Antonio de Conçeyçao al representar un tejado corrido en todo el perímetro sobre el que se elevan los cuerpos de los pabellones y salones principales.

Nos quedaría la duda de saber si esos arcos ciegos entre pilastras eran realmente arcos o podían ser composiciones adinteladas de madera como ocurre en los otros dos lados del patio de la madraza Ben Yussef (Triki y Dovifat 1999, 32–33). Creo que ese dilema queda resuelto al observar el extremo occidental del lado sur del patio en el que quizás por algún problema en el replanteo de los muros no se horadaron rozas ni se encastraron pilastras de ladrillo sino que se labraron en la masa del muro los arcos y las pilastras. Aunque este labrado fue, por la naturaleza del material, muy burdo y la forma final se resolvió con los enlucidos de yeso hoy perdidos, en uno de los dos falsos huecos que había en ese extremo de la fachada aún se puede apreciar la forma del arco e incluso en la clave queda un resto de yesería del hoyuelo que se formaba en el vértice (figura 7). Se trataría probablemente de arcos de mocárabes que generaban un cierto abocinado.

Con todos estos detalles hemos podido plantear la hipótesis de los alzados (figura 2) con una solución de arcos ciegos de madera encuadrando los huecos



Figura 7
Restos de dos arcos ciegos horadados en la fábrica de tapia del ángulo suroeste del patio

de acceso a los salones menores según el modelo de los de la madraza Ben Yussef. Esta hipótesis está avalada por la presencia de rozas para el encastre de zoquetes en torno a las puertas de entrada de los salones menores, así como a la mayor separación de las pilastras en donde existen dichas puertas. El alzado del lado norte debió ser básicamente similar, cambiando sólo la volumetría de los edificios que albergaron los distintos salones.

Esta organización de los alzados más largos del patio plantea sin embargo diferencias con respecto a los lados más cortos, del este y el oeste, pues aquí existen muchas más rozas y restos de pilastras que no siguen aparentemente un ritmo continuo, es más, en algunos casos se superponen y solapan, estando algunas de estas rozas vacías, pero otras están rellenas de fábrica de ladrillo enrasada con la alineación del muro. Un análisis más detallado en el lado occidental nos lleva a comprobar que la causa de esto es la existencia de dos composiciones distintas, una de las cuales ha cancelado o amortizado otra anterior (figura 5). Esto se aprecia especialmente en una de las pilastras de la zona más septentrional en donde puede verse el resto de una pilastra de la primera composición cuya parte superior ha quedado como testimonio fosilizado habiendo sufrido la porción inferior, en una parte el recortado del cuerpo saliente hasta la línea del paramento del muro mientras otra parte ha sido completamente vaciada al abrirse una nueva roza para construir otra pilastra ligeramente desplazada de la anterior. Esta última ha sido a su vez expoliada en su zona inferior (figura 5). Al haberse extraído también lo que quedaba de la primera pilastra, ha quedado una roza de notable mayor anchura. Esto nos indica claramente que hubo una primera disposición de pilastras con una separación de entre 3.35 y 3.50 metros que fue sustituida por una nueva con separaciones de entre 2.20 y 2.35 m, más parecida a la de los lados largos.

Pero si analizamos la zona septentrional del lado este del patio (figura 4), podremos observar que aquí la cosa aún se complica más pues la primera composición con separación de entre 3.30 y 3.50 m sólo existe entre el ángulo noreste y la primera puerta de la sala de ese lado y se reduce a solo 5 rozas que fueron rellenadas posteriormente con una tosca fábrica de ladrillo sólo en parte expoliada. Existe otra composición con separación entre las pilastras de alrededor de 2.90 m. que se extiende a todo el alzado de este lado. Y finalmente hay una tercera distribución con separación de 2.15 m (figura 8). Teniendo en cuenta que en el alzado sur las

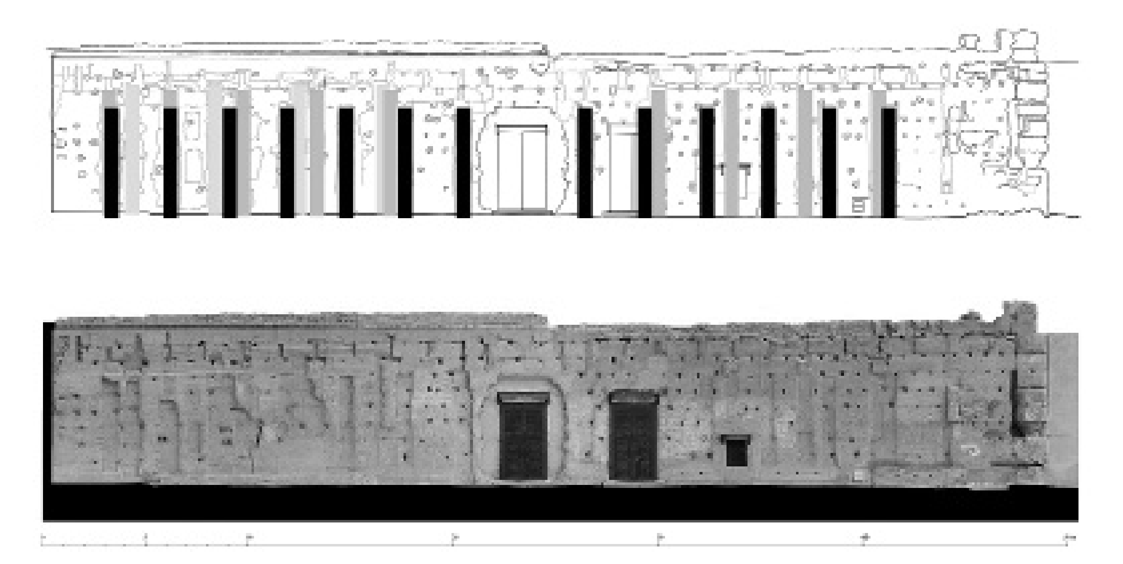


Figura 8
Lado norte del alzado oriental con la interpretación de las distintas tentativas de distribución de las pilastras (La más clara es la primera y la más oscura la definitiva)

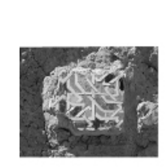
pilastras tiene una separación de entre 2.20 y 2.35 m (aunque las labradas en el tapial en el extremo oeste llegan a los 2.56 m, cabe deducir que a esta separación general se llegó después de hacer varias tentativas. Una primera con la separación mayor de unos 3.40 m se ejecutó en todo el lado occidental y se empezó a hacer también en el oriental empezando por su extremo norte. Luego, por alguna razón se pensó que esa separación no era la adecuada y se inició otra haciendo las pilastras cada 2.90, aunque sólo se ejecutó en el lado este. Finalmente se adoptó la separación definitiva de alrededor de 2.30 m aplicándola a todo el perímetro.

Resulta bastante sorprendente este modo de actuar pues parece denotar una falta de planificación que debió acarrear un notable sobrecoste a la obra. Las sucesivas correcciones parecen haber ido en el sentido de reducir la luz de los arcos, seguramente para de ese modo lograr un módulo que se adaptara mejor a las longitudes de todas las paredes. Esta forma de ejecutar la obra por el sistema de prueba y error indica a nuestro entender que se actuó sin un proyecto bien definido a priori, quizás solo dibujado en planta (Ruiz de la Rosa 1996: 30–32), pues si se hubiera recurrido mínimamente a una representación gráfica de los alzado, se podrían haber hecho los sucesivos tanteos y se habría evitado tener que hacer y deshacer varias veces la misma operación. En esta época, en el área europea, ya se utilizaban ampliamente los medios gráficos para definir los proyectos, por lo menos a nivel general, y también se recurría a la realización de modelos en madera para poder representar de forma tridimensional lo que se quería construir de tal modo que el comitente podía hacerse una idea bastante precisa de los resultados de su encargo y realizar sobre el mismo las correcciones y modificaciones que quisiera introducir. No tenemos constancia de la existencia de dibujos arquitectónicos sobre papel o pergamino en el mundo islámico medieval, aunque está confirmado que en la arquitectura otomana de esta época ya se utilizaban (Necipoglu-Kafadar 1986). La complejidad y perfección con que se realizaron las obras y el hecho de que un arquitecto como Sinán trabajara simultáneamente en distintos proyectos dirigiendo una especie de oficina o taller centralizado, obliga a pensar que los diseños tenían que estar suficientemente definidos y representados mediante dibujos. No nos parece que éste haya sido el caso en el palacio al-Badi.

La prefabricación de alicatados

Otro aspecto interesante que hemos podido analizar sobre la construcción del palacio se refiere a la forma en que se ejecutaron los alicatados cerámicos que componían muchos de sus suelos y las zonas bajas de sus paredes. A pesar del expolio casi total y sistemático que sufrieron los elementos decorativos del palacio, escasos restos nos han permitido conocer algunos aspectos interesantes sobre ellos.

En primer lugar, ha sido posible recomponer los motivos geométricos que sirvieron para su diseño, pese a ser minúsculos los fragmentos que nos han llegado. Precisamente gracias a la geometría y a los principios compositivos hemos podido reconstruir algunos de los paños ornamentales hechos con piezas de cerámica vidriada recortadas en tamaños realmente minúsculos (figura 9). Resulta sorprendente y abrumador comprobar que el palacio necesitó millones de estas piezas para revestir sus suelos y las zonas bajas de las paredes. Además de un resto de pavimento de los andenes del patio, formado por azulejos cuadrados de 4.5 cm, el fragmento más extenso conservado se encuentra en el rincón suroeste del gran salón septentrional, conocido como la Qubba al-Nasr (figura 10). Se trata de un resto de la primitiva solería del salón de unos ocho metros cuadrados de los 116 que tuvo el espacio principal de esta gran sala protocolaria. Este alicatado formado por pequeñas piezas recortadas se encuentra muy deteriorado y erosionado por causa de su prolongada exposición a la intemperie y a los usos posteriores del edificio que han dañado y fragmentado las piezas hasta hacerla



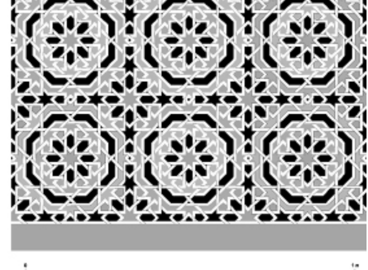


Figura 9
Resto de alicatado del Salón Norte y reconstrucción de su trazado



Figura 10
Detalle del resto del pavimento del Salón Norte

difícilmente reconocibles tanto en su forma como en el color que tuvieron. Pese a ello ha sido posible reconstruir su trazado geométrico e interpretar su colorido (figura 11). Gracias a esto se ha podido calcular que el suelo del salón estuvo compuesto por cerca de trecientas cincuenta mil piezas lo que constituyó sin duda un verdadero reto para los operarios que lo realizaron.

La dificultad no radicaba sólo en el gran número de piezas a recortar y fijar, sino en que en su colocación se mantuviera el rigor y la exactitud de la geometría. Para colocar tal número de piezas se requería de muchos operarios trabajando a la vez o el proceso se demoraría durante demasiado tiempo. Pero hacerlos trabajar de forma simultánea entrañaba un problema de control geométrico nada fácil de asegurar con los medios técnicos disponibles en la época.

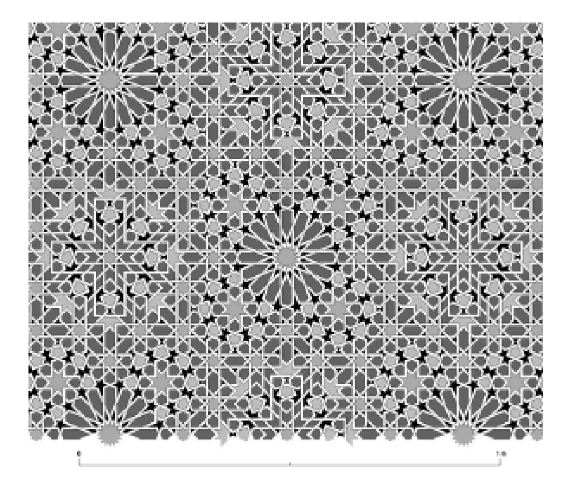


Figura 11
Reconstrucción del trazado geométrico del alicatado que pavimentaba el Salón Norte

La observación atenta del pavimento conservado nos ha permitido dar con la clave de su modo de ejecución. En la zona conservada se aprecian unas grietas o líneas rehundidas que forman una cuadrícula de 0.42 x 0.42 m que interfiere en las juntas de las distintas piezas cerámicas pues al producirse breves hundimientos en torno a esas líneas, han desaparecido o se han fragmentado las primitivas piezas (figura 12). Lo que esto nos muestra es que una menor consistencia en la base de las zonas inmediatas a estas líneas se ha traducido en un mayor deterioro de la superficie. Y esto muestra que existieron unas juntas de discontinuidad siguiendo tales líneas, o lo que es lo mismo, que el pavimento estuvo compuesto por losetas de 0.42 x 0.42 m unidas en la obra. Si nos fijamos en la situación de estas juntas en relación con el diseño geométrico, podemos observar que siguen la situación de los ejes principales de la trama que determinan en sus vértices la situación de los sinos que constituyen los polos de rotación de los motivos geométricos.

El pavimento, pues, se prefabricó en elementos relativamente manejables que debieron ser preparados en taller recortando y colocando las piezas sobre un dibujo con su cara esmaltada hacia abajo. Luego se fraguaría la placa con una capa de mortero. En la preparación de estas losas se dejarían sin



Figura 12
Restos del pavimento del salón Norte mostrando las juntas de las piezas prefabricadas que lo componían

colocar una serie de piezas que pasaban por encima de las juntas y que se colocarían en la obra una vez asentadas las losas, cubriendo de esta forma las juntas de las mismas. Estas piezas, colocadas in situ con mortero distinto y con la normal discontinuidad de su base, se han fragmentado y deteriorado con mayor facilidad marcando de esa forma las juntas de las placas (figura 13).

Este procedimiento permitía trabajar a numerosos artesanos de modo simultáneo en taller preparando losetas mediante el uso de distintas copias del patrón geométrico. Cada loseta contaba con 263 piezas formando sinos, zafates, almendrillas, etc. de colores negro, azul, verde y melado y otras 268 piezas esmaltadas en blanco que forman los lazos que se entrecruzan. En total 531 piezas en cada loseta de las que 46 se colocarían en obra para cubrir las juntas (esto supone 3010 piezas por m^2). Teniendo en cuenta que cada loseta tiene 0.176 m^2, el salón requeriría de unas 660 piezas prefabricadas y unas 349.000 piezas vidriadas en total. Esto sólo para el suelo de la sala principal de la Qubba al-Nasr, sin contar otros espacios como el *bahu* o alcoba del sultán, las alhanías laterales y los zócalos de todas las paredes.

Los fragmentos conservados de los alicatados de las paredes no permiten observar si se utilizó un procedimiento parecido, pero todo hace pensar que así sería pues las enormes superficies que estuvieron recubiertas con esta decoración hacía absolutamente necesario poder prefabricar gran parte del material en taller acelerando de esa forma el proceso de ejecución y evitando una excesiva aglomeración de operarios en la obra.

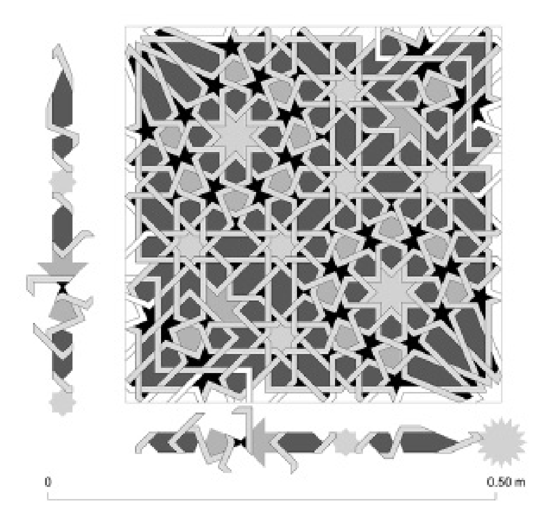


Figura 13
Dibujo de una de las losetas prefabricadas que componían el suelo del salón mostrando las piezas que se colocaban en obra para cubrir las juntas

Todos estos detalles que nos ilustran determinados aspectos del proceso constructivo del palacio al-Badi de Marrakech no hacen sino magnificar la monumentalidad de esta obra en el que la finura y belleza de los elementos decorativos tradicionales en el arte de al-Aandalu y del Magreb le imprimían su carácter más determinante.

Notas

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto de investigación HAR2014–53006–P, «Arquitectura Sa’adí. La pervivencia de al-Andalus en el Magreb (ARSA)», financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, cofinanciado por los Fondos FEDER de la Unión Europea.

Lista de Referencias

Almagro, A. 2013. «Análisis arqueológico del pabellón occidental del palacio al-Badi’ de Marrakech». *Arqueología de la Arquitectura*, 10 [2013]: e008. doi: http://dx.doi.org/10.3989/arq.arqt.2013.002

Almagro, A. 2014. «El Salón Norte del Palacio al-Badi’ de Marrakech: Estudio arqueológico e hipótesis sobre su forma original». *Arqueología de la Arquitectura*, 11 [2014]: e016. doi: http://dx.doi.org/10.3989/arq.arqt.2014.003

Koehler, H. 1940. «La Kasba saadienne de Marrakech, d’après un plan manuscrit de 1585». *Hesperis*, 27: 1–20.

Meunier, J. 1957. «Le Grand Riad et les bâtiments saadiens du Badi selon le plan publié par Windus». *Hespéris*, 44: 129–134.

Necipoglu-Kafadar, G. 1986. «Plans and Models in 15th- and 16th-Century Ottoman Architectural Practice». *Journal of the Society of Architectural Historians*, 45 (3): 224–243.

Ruiz de la Rosa, J. A. 1996, «La arquitectura islámica como forma controlada. Algunos ejemplos en al-Ándalus». En Jiménez Martín, A. (ed.), *Arquitectura en al-Ándalus.*

Documentos para el siglo XXI. Granada: El Legado Andalusí-Lunwerg, 27–54.

Triki, H. y Dovifat, A. 1999. *Medersa de Marrakech*, Marrakech.

Windus, J. 1725. *A journey to Makinez; The Residenz of the Present Emperor of Fez and Marocco on the Occasion of Commodore Stewart's Embassy thither for the Redemtion of the British Captives in the year 1721*. London.

Notas sobre el cimborrio gótico de la Catedral de Santiago de Compostela

Javier Alonso de la Peña
Miguel Sobrino González

Entre su reconocimiento como hito universal del arte románico y el no menos reconocido alcance de sus reformas y añadidos en época barroca, resulta comprensible que las aportaciones del período gótico en la configuración de la catedral de Santiago de Compostela hayan quedado en segundo plano.

El panorama hubiera sido muy distinto de haberse llegado a erigir una gran cabecera gótica de tipo francés, proyecto que apenas creció a partir de sus fundamentos (Puente 1985, 245–275). El caso es que, por los tiempos en que el fenómeno catedralicio —en realidad, la arquitectura religiosa occidental— se encontraba en su punto culminante, entre los siglos XIII y XV, la seo compostelana se limitó a rematar por su extremo occidental la fábrica románica (Yzquierdo 2017) y, más tarde, a sufrir la adición de elementos fortificados y de torres, que unas veces eran de nueva planta y otras, como es el caso del cimborrio, sustituían a las originales. Además, todas estas construcciones góticas (salvo la citada cabecera, que hubiera sido levantada a mediados del siglo XIII) son muy tardías, como han demostrado estudios recientes (Vázquez 1998, 111–148). De tal forma, lo que se creía obra de finales del siglo XIV es en realidad del XV, retrasándose en medio siglo la datación tradicionalmente admitida para su ejecución.

El carácter tardío y el escaso relieve del legado gótico compostelano, al menos si lo comparamos con el de otras sedes catedralicias, se ha visto además muy mermado con el paso del tiempo. Varias de las torres edificadas en la baja Edad Media fueron demolidas posteriormente (Vázquez 2007, 245–266), y los dos elementos más importantes que han llegado hasta nosotros fueron relegados a un papel deslucido al convertirse en época barroca en basamentos sobre los que erigir, respectivamente, el grandioso campanario que corona la torre del Reloj y la cúpula que sirve para subrayar el crucero y armonizar el cimborrio gótico con la gran reforma del exterior del templo (figura 1), impulsada por Vega y Verdugo en 1657 (Vicente 2012).

Dentro de la amplísima bibliografía dedicada al estudio de la seo compostelana, este breve trabajo solo pretende dar a conocer algunas de las novedades surgidas a raíz de la restauración del cimborrio catedralicio, todavía en curso[1] .

Posibles antecedentes

Las exploraciones llevadas a cabo durante la restauración actual no han permitido avanzar en algunas cuestiones difíciles, enquistadas en discusiones historiográficas desde que comenzaron los estudios teóricos sobre el templo. El principal interrogante proviene de la configuración del cimborrio románico que precedió al actual, cuya existencia parece indudable a tenor de la descripción del *Códice Calixtino*, donde se indica que entre las nueve torres con que contaba el templo «había otra mayor sobre el crucero en el centro de la iglesia».[2] En el curso de las obras se han levantado algunas de las losas que cubren la base

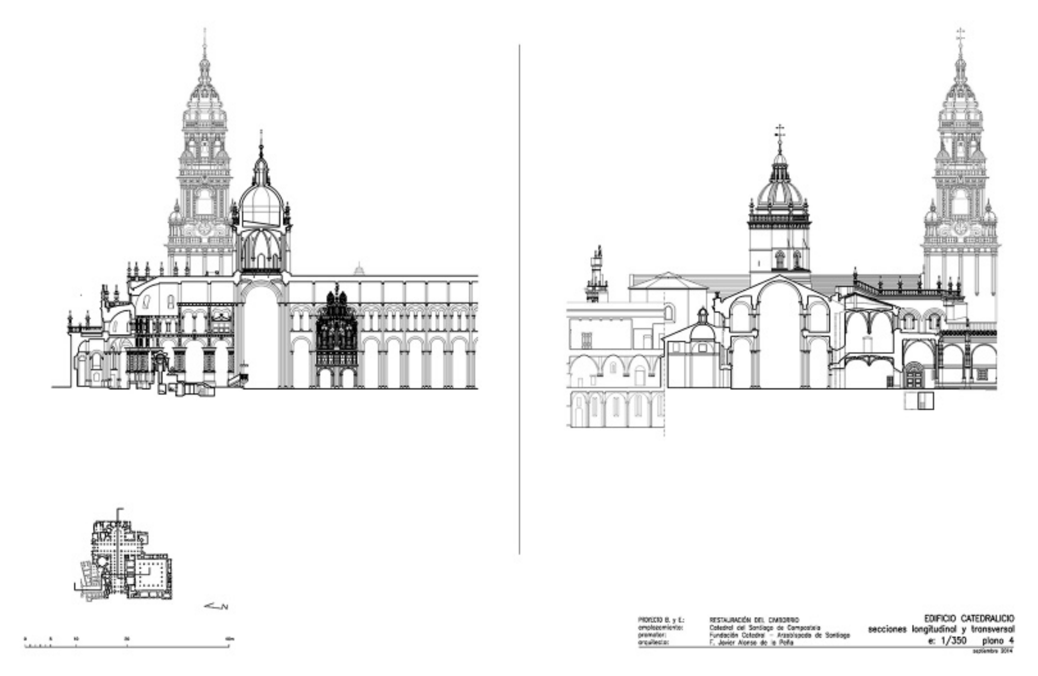


Figura 1
Secciones generales de la catedral, con alzado y sección del cimborrio y presencia de la torre del Reloj (J.A.P.).

cuadrangular del cimborrio actual, pero no ha sido posible identificar trazas inequívocas del anterior.

Parece lógico, en todo caso, que dicha base cuadrangular que se apoya sobre los pilares mayores que marcan el crucero provenga, al menos en las primeras hiladas, del cimborrio original románico edificado en el siglo XII, aprovechándose para levantar sobre ella el cuerpo de la obra gótica, que investigaciones recientes datan en 1422[3]. Los diferentes retranqueos que se observan en algunos de sus paramentos quizás correspondan a la obra románica, mientras la primera línea moldurada, con su perfil en acusado bocel que hace el papel de goterón, indica su adscripción a la obra gótica (figura 2).

En su monografía acerca de la catedral de Santiago, Conant (1926, 26) confiesa que «no sabe casi nada de la torre original del crucero». Después de sugerir hipótesis sobre posibles soluciones (Loarre, Beaulieu, etc.), no se define por ninguna de ellas. En los alzados que publica se limita a siluetear el cimborrio gótico sobre el estado inicial de la iglesia, representándolo de pleno en los dibujos de estado después de las reformas bajomedievales. Su reconstrucción está basada en los restos conservados y en los dibujos realizados por Vega y Verdugo. Posteriormente a la publicación de su trabajo en 1926, publicó otros dibujos con la posible configuración del cimborrio original idealizada y basada en suposiciones y similitudes con otras obras románicas, pero sin argumentos convincentes que las sostengan.

Si las exploraciones recientes apenas arrojan noticias sobre el cimborrio original románico, al menos permiten conocer aspectos inéditos de la torre hueca que viene coronando el crucero compostelano desde principios del siglo XV.

Los ventanales

Para ser una obra tan visible, el cimborrio gótico ofrece una notable falta de simetría. Entre sus siete ventanales, los abiertos en sus frentes S, SW y W son notablemente más bajos que los cuatro restantes, acaso para proteger estos puntos directamente azotados por los temporales de viento y agua del suroeste, típicos de la región. Con las obras actuales se ha recupe-

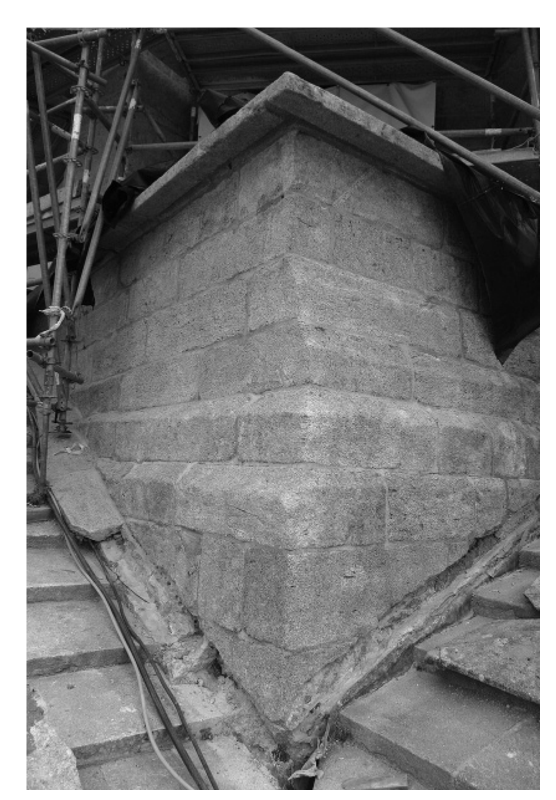


Figura 2
Ángulo del basamento cuadrangular del cimborrio.

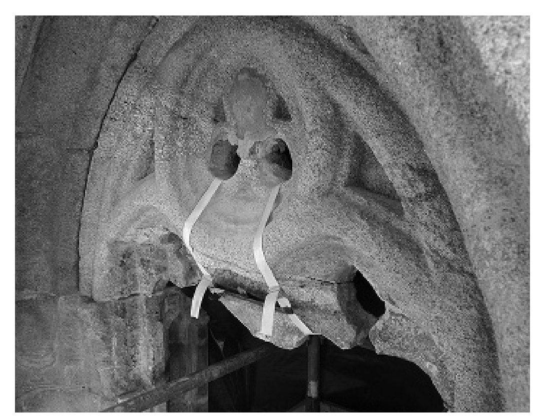


Figura 3
Un detalle del proceso de restauración de los ventanales.

rado la altura y forma originales de todos los ventanales, que tenían su base embebida en un relleno añadido con la intención de aumentar la inclinación de la cubierta de la base cuadrangular, y con ello la velocidad de evacuación de las aguas.

El problema debido a una inclinación insuficiente de esta cubierta aterrazada bajo los ventanales debió de manifestarse muy pronto. Antes del citado relleno, que estuvo cubierto con teja y que conllevaba el inconveniente de ocultar parcialmente los ventanales, se labraron en los enlosados primitivos unos surcos que debían, en teoría, ayudar a la evacuación. En los trabajos actuales se han encontrado restos suficientes para la correcta interpretación y restauración de estos singulares ventanales (figura 3).

A fines del XIX, durante la restauración del interior de la bóveda gótica, (figura 4) se trató de rasgar los tres ventanales bajos e igualarlos a los restantes en la creencia de que estos habían sido tapiados ante-



Figura 4
Interior del cimborrio, con la prolongación fingida de los ventanales bajos.

riormente. Por fortuna, ese rasgado no se realizó, pudiéndose ahora constatar que el muro gótico continuaba sobre ellas ya desde su origen. En esas obras se repintó el interior del cimborrio, se repuso la barandilla de servicio interior y se tapó el hermoso florón de la clave de bóveda con una tabla pintada con el motivo del triángulo con el «ojo de Dios» (Zepedano y Carnero 1870, 100). Esta clave se ha recuperado ahora, aunque su botón central haya sido salvajemente picado para el asentamiento de la tabla retirada. No hay constancia de que durante esos trabajos de restauración se haya localizado la inscripción de inicio de la construcción, citada por todos los historiadores pero que, por lo que parece, no ha sido vista por nadie[4].

El lado NW no tiene ventanas y se halla ocupado por una escalera de caracol, que permitía el acceso a la cubierta del cimborrio gótico, desde la cubierta pétrea del brazo norte del crucero. Por su lado interior se abre un hueco al vacío sobre el crucero. Podría entenderse como un vano de servicio, que permitiese acceder a andamios y otras estructuras provisionales, así como para servir para los fastos y celebraciones que solían tener lugar en el crucero de los templos, en particular para atender el célebre vuelo del Botafumeiro, colgado en principio de vigas de madera (y desde 1602 soportado por la estructura metálica que aún se conserva, diseñada por Juan Bautista de Celma). Otra posibilidad es que se trate del hueco de salida de la escalera románica desembarcando sobre el trasdós de la primitiva bóveda (su cubierta) para su mantenimiento; en ese caso, se trataría de un nuevo resto, junto al ya descrito basamento cuadrangular, del cimborrio original. Después se continuaría el desarrollo de esa escalera para adaptarla a la mayor altura de la bóveda gótica.

La cubierta

El descubrimiento más llamativo durante las recientes obras de restauración ha sido la cubierta original del cimborrio gótico, formada por grandes losas de granito colocadas en sentido radial (figura 5), y cuya forma exterior aparece en el dibujo de Vega y Verdugo, un poco exagerada en altura y pendiente, o bien porque estaría ya dibujando una sobrecubierta de teja posterior, sobre la primitiva pétrea. La reconstrucción hipotética de esta cubierta realizada por Conant en su monografía, con armadura de madera, no se ajusta a lo ahora descubierto ni a los condicionamientos climáticos de la región. Por el contrario, la suave pendiente de la cubierta hallada es adecuada para el espacio que cubre, con una evacuación directa de las aguas a través de los petos almenados, dirigida por los canales formados entre los nervios radiales y los tapajuntas sobrepuestos que la constituyen. En el centro se remata con una gran losa circular de 1,45 m de diámetro, que tapa la clave de la bóveda y condiciona el desarrollo del resto de la cubierta, que al llegar a sus extremos se adapta a la forma octogonal del perímetro del cimborrio donde se encontraría el paseo de ronda y el muro almenado; restos de argamasa en su parte superior señalan que posiblemente haya servido de pedestal a la imagen de remate que figura en el dibujo de Vega y Verdugo coronando la cubierta.

En una bóveda gótica, donde los nervios[5] se ocupan de conducir las cargas hacia los respectivos apoyos, parece extraño aportar sobre ella el relleno que se precisa para asentar una cubierta de piedra que, por otra parte, tiene muy escasa inclinación: esto es lo que se hizo en el cimborrio gótico de Santiago, según se ha descubierto ahora. Quizá haya que buscar las razones para ese remate aterrazado en la función militar del cimborrio, erigido en una época conflictiva y que de hecho contó con un remate almenado, adecuándose a las reformas realizadas en otras partes del templo para darle un carácter fortificado. La configuración de la cubierta como manifestación externa e inmediata del espacio interior es más lógica en la arquitectura románica, cuando lo habitual es que la

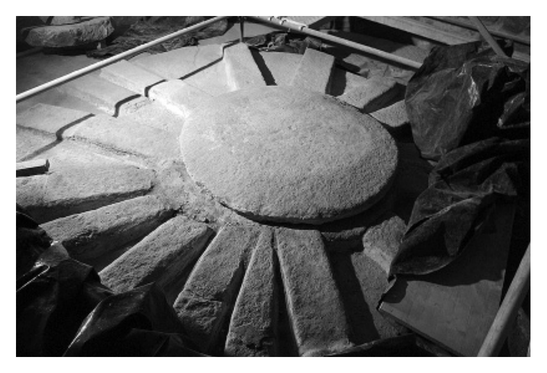


Figura 5
Cubierta de losas del cimborrio gótico.

cubierta descanse directamente, sin cámaras intermedias, sobre el trasdós de la bóveda que la sustenta (Sobrino 2005, 1017–1027); por ello resulta más rara en época gótica, cuando bóveda y cubierta suelen ir disociadas y responden a estructuras distintas, aunque no deje de haber algunos casos que no se atengan a la regla.

La primera construcción de esta cubierta coincide con la finalidad militar de fortificación de la catedral, iniciada por el arzobispo Rodrigo de Padrón a comienzos del siglo XIV en la torre románica, con una disposición similar al sistema adoptado en las cubiertas de las naves. Su sustitución quizás fuese obligada por los deterioros sufridos después del asedio a que fue sometido su sucesor Berenguel de Landoira a mediados del XIV por los burgueses compostelanos dirigidos por Alonso Suárez de Deza[6].

Las cubiertas trasdosadas de grandes losas de piedra, aunque infrecuentes, han sido utilizadas en algunas obras importantes de la Edad Media hispana; baste recordar los casos de las catedrales románicas de Zamora y Salamanca o de la de la sala capitular catedralicia de Ávila. La particularidad de las cubiertas pétreas de la catedral de Santiago es su origen militar, tras las primeras de teja. Con el progresivo deterioro de las de piedra se volvieron a cubrir con teja en el XVII, y a mediados del pasado siglo XX se recuperaron las cubiertas de piedra por Francisco Pons Sorolla, pero esta vez colocadas sobre forjados o trasdosados de hormigón armado.

La posterior ocultación de la cubierta bajomedieval del cimborrio bajo la cúpula barroca levantada por Peña del Toro se justificó por el deficiente funcionamiento de su evacuación pluvial. Cuando quedaron obsoletos los sistemas defensivos, el deseo de remarcar el crucero catedralicio apoyaría la decisión de construir la cúpula que desde el siglo XVII caracteriza el cimborrio compostelano, enfatizando hacia el exterior la situación de la tumba apostólica y animando más, si cabe, la silueta del templo[7]. Pero debido a su defectuosa construcción tuvo escaso éxito como elemento de protección, y fue necesario más tarde disponer bajo ella un tejado (figura 6) sobrepuesto al remate original gótico, cuyo reciente desmontaje ha permitido conocer esta creación singular en la historia de la construcción de la catedral.

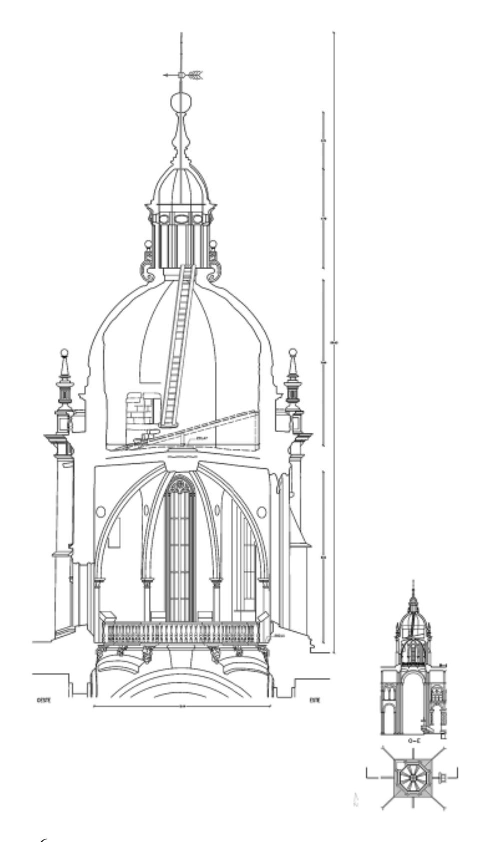


Figura 6
Sección del cimborrio; en línea de puntos, el faldón situado entre el trasdós gótico y la cúpula barroca (J.A.P.).

Notas

1. Puede consultarse la memoria del proyecto «Restauración del cimborrio de la catedral de Santiago», 2014, redactado por el arquitecto Javier Alonso de la Peña. Respecto al cimborrio como elemento ligado a la tradición arquitectónica hispana, es muy recomendable el panorama ofrecido por un artículo reciente (Ibáñez y Alonso 2016).
2. *Liber Sancti Iacobi. Codex Calixtinus*. 1992. Traducción A. Moralejo, C. Torres y J. Feo. Ed. Xunta de Galicia. Véase el cap. IX, *«De las torres de la catedral»*, p. 563.
3. Vázquez Castro (2009, 245–269) concluye, de forma convincente, fijando como fecha correcta de construcción entre 1422 y 1426, con la obra concluida con seguridad en 1434.
4. Ver el artículo de Vázquez Castro citado en la nota 8. En él se da como origen de la información de la fecha

de construcción del cimborrio una copia de la supuesta inscripción que se conserva en el archivo catedralicio, publicada por M. Taín: Taín Guzmán, M., «Dibujos epigráficos y heráldicos del archivo de la Catedral de Santiago», Diputación Provincial de A Coruña, A Coruña 2002, pp. 209–210.

5. Debe destacarse la inclusión de pequeños óculos con claraboyas en los arranques de la plementería, un rasgo de gótico radiante que puede encontrarse también en los presbiterios de la catedral de Burgos y el monasterio de Piedra o en la sala capitular de San Andrés del Arroyo.
6. Acerca del proceso de fortificación de la iglesia, ver: Puente Míguez, José Antonio. 2003. «Notas acerca de la primitiva cubierta románica de la catedral de Santiago», en *Memoria Artis-Studia In Memoriam Mª Dolores Vila Jato.* Santiago: Xunta de Galicia, pp. 95–104.
7. Vicente López (2012, 466–471) expone las vicisitudes sufridas durante la construcción de la cúpula, en razón de la falta de personal de cantería y carreteros del taller de la fábrica, enviados a la frontera de Tuy para la construcción de fortificaciones necesarias ante los frecuentes enfrentamientos con los portugueses, y resalta la justificación de las razones esgrimidas por el fabriquero Vega y Verdugo para la construcción de la cúpula.

Lista de referencias

Conant, Kenneth John. 1926. *The Early Architectural History of the Cathedral de Santiago de Compostela.* Cambridge: Harvard University Press.

Ibáñez, Javier y Alonso, Begoña. 2016. «El cimborrio en la arquitectura española de la Edad Media a la Edad Moderna. Diseño y construcción». *Artigrama*, nº 31. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Puente Míguez, José Antonio. 1985. «La catedral gótica de Santiago de Compostela. Un proyecto frustrado de D. Juan Arias (1238–1266)». *Compostellanum.* 30 (3–4).

Sobrino González. Miguel. 2005. «El cimborrio como solución a las cubiertas en la arquitectura altomedieval». *IV Congreso nacional de Historia de la Construcción* (Ed. S. Huerta). Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Vázquez Castro, Julio. 1998. «La Berenguela y la Torre del Reloj de la catedral de Santiago». *Semata*, vol. 10. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Vázquez Castro, Julio. 2007. «A falta de torres, buenos son campanarios. Las desaparecidas torres del Ángel y del Gallo en la catedral de Santiago de Compostela». *Quintana*, nº 6. Santiago de Compostela: USC.

Vázquez Castro, Julio. 2009. «Castillos en el aire. El inicio del cimborrio gótico de la catedral compostelana». *Quintana*, nº 8, Santiago de Compostela: USC.

Vicente López, Simón. 2012. *Vega y Verdugo, Peña de Toro y la introducción del barroco en Compostela.* Santiago de Compostela: Consorcio de Santiago.

Yzquierdo Peiró, Ramón (ed.). 2017. *Maestro Mateo en el museo del Prado.* Madrid: Real Academia de Bellas Artes, Fundación Catedral de Santiago y Museo del Prado.

Zepedano y Carnero, José María. 1870. *Historia y descripción arqueológica de la Basílica compostelana.* Lugo: Imprenta de Soto Freire.

Arquitectura nobiliaria de Trujillo (Cáceres) tras el descubrimiento de América. Canteras históricas y materiales pétreos empleados en su construcción

Enrique Álvarez Areces
Magdalena Galiana Núñez
Jorge Fernández Suárez
José Manuel Baltuille Martín
Javier Martínez-Martínez

Hasta mediados del siglo XIV el desarrollo urbano de Trujillo se había visto limitado y determinado por los límites pétreos de la muralla, a partir de entonces y de manera tímida asomaban las primeras células de una nueva ciudad que comenzaba a organizarse fuera de los muros almenados de la cerca. Se iniciaba así una nueva etapa en la historia urbana de la ciudad medieval, cuyo resultado será una ciudad de la modernidad [la «ciudad»] que, aunque entroncada con la ciudad medieval [la «villa»] y en contacto con ésta a través de la frontera abierta de la muralla, mantendrá con ella una marcada diferenciación tanto en lo formal como en los aspectos derivados de la mentalidad de sus habitantes. Con la nueva ciudad aparecerá un espacio abierto que surge como eje articulador del desarrollo de aquella; siendo la Plaza Mayor, el centro neurálgico de la vida de Trujillo, foro municipal, mercado público, coso taurino y espacio cuya ritualización funcional y uso escenográfico ha hecho de ella uno de los ejemplos extremeños más singulares de la plaza española del siglo XVI (Fernández Daza-Alvear 1993).

No será hasta después de mediados de este siglo, cuando aparezcan las primeras construcciones fuera de la muralla. Como es habitual, se trata de edificaciones religiosas en cuyo entorno se instalan construcciones civiles para constituir los primeros arrabales extramuros de Trujillo. La plaza se iba configurando arquitectónicamente, iba adquiriendo importancia la ciudad sobre la villa, convirtiéndose la Plaza y sus proximidades en la nueva zona noble de Trujillo, zona residencial hacia la que gravitará la construcción nobiliaria.

Para la historia de la ciudad y de la plaza será decisivo el siglo XVI. La positiva evolución demográfica y el enriquecimiento de algunos patrimonios solariegos, algunos de los cuales como consecuencia de los frutos derivados de la empresa americana, generó una importante actividad arquitectónica en Trujillo. Estas circunstancias favorables hicieron bascular de manera decisiva la construcción hacia la ciudad extramuros.

El siglo XVI poblaba las fachadas de edificios religiosos y civiles de grandes balcones y de motivos ornamentales renacentistas, proporcionando al tejido urbano extramuros una fisonomía arquitectónica distinta a la medieval de la construcción «villana» (Pizarro Gómez 1995) .

Principales características de la arquitectura trujillana del s. XVI

Se produjo un salto cualitativo hacia la modernidad que puso de moda en Trujillo el gusto por la apertura de los edificios al exterior. La arquitectura renacentista trujillana incorpora repertorios decorativos platerescos: tritones, flameros, a candelieri. A veces mezcla repertorios decorativos renacentistas con estructuras góticas; junto a estas dos tendencias, la gótico-renacentista y la de repertorios decorativos platerescos.

Los sistemas de abovedamiento utilizados son bóvedas de crucería con nervios de ligadura, terceletes y combados, bóvedas de cañón, ambas realizadas en sillería y bóvedas de aristas realizadas en sillería o en ladrillo. Durante los primeros años de la centuria predominan los arcos ojivales, conopiales, carpaneles, rectilíneos y escarzanos; manteniéndose los arcos rebajados y carpaneles a lo largo del siglo, y apareciendo el arco de medio punto rebajado, se recurre al uso de la columna como soporte por excelencia junto con la pilastra.

Así mismo, las portadas y los balcones de los principales palacios trujillanos presentan el entablamento clásico y frontón triangular entre flameros; junto con otros elementos como las balaustradas de candelabros para cerramientos de coros y galerías unidas con el sogueado, ornamentados con puttis, tritones, vegetales, candelieris, flameros, bustos de personajes idealizados, ménsulas y modillones (Sanz Fernández 2001).

El palacio configurado

La pacificación militar de la zona junto con la concesión de un mercado franco a la ciudad y el crecimiento demográfico que experimentó Trujillo por aquellas fechas, obligó a los ciudadanos a buscar una vía de escape fuera de la muralla, que culminó en un crecimiento urbanístico localizado en torno a los primitivos arrabales. Será entonces cuando la primitiva villa, elevada ya al título de ciudad, se libre del hermetismo que desde la Alta Edad Media la había mantenido oculta tras los muros de la Alcazaba.

Este crecimiento urbanístico fue guiado hacia las formas del Renacimiento; la entrada de la ciudad en la modernidad trajo consigo la ruptura de la cultura de lo hermético, dando paso a un nuevo tipo de vida y a un nuevo edificio que, sin embargo, mantuvo aquellos elementos de las casas solariegas necesarios por ser principales.

De estos elementos el patio será el que experimente un mayor desarrollo, aumentando sus dimensiones y clausurándose doblemente; el patio trujillano del siglo XVI se divide en dos plantas recorridas por galerías cerradas con arcos de medio punto cajeados. Las plantas superiores de los patios se cierran con un pretil corrido a modo de balaustrada, y se sustentan bajo estructuras adinteladas.

Las escaleras de acceso a las plantas superiores son de tipo claustral o de caracol, los aljibes continúan la misma tipología de la Edad Media como otros elementos comunes, los disímiles serán principalmente la pérdida de la estructura militar del edificio que no necesita ser construido en zonas elevadas y la apertura de las fachadas al exterior a través de grandes logias o galerías corridas, prueba del cambio cultural y del nuevo modo en que se habitan los edificios.

Junto a las logias, los palacios trujillanos vieron pobladas sus fachadas de grandes ventanas adinteladas sobre ménsulas; la realización de este tipo de vanos favoreció el desarrollo de la forja. Junto a la monumentalización del patio y la creación de logias, elementos más característicos de la nueva tipología civil, se une la aportación original de los balcones en ángulo o de esquina (Sanz Fernández 2009).

Del conjunto de edificios palaciegos que cierran el perímetro de la plaza, proporcionando a ésta y a la ciudad una de sus improntas arquitectónicas más características, destaca uno de forma especial el Palacio del Marqués de la Conquista, el edificio constituye uno de los ejemplos paradigmáticos de la construcción nobiliaria extremeña relacionada con la empresa americana. El palacio fue construido por Hernando Pizarro, hermano de padre del conquistador del Perú, hacia mediados del siglo XVI (figura 1).

El escudo de armas otorgado en 1537 por Carlos V a Francisco Pizarro campea sobre el balcón, cuyo



Figura 1
Vista del conjunto del palacio del Marqués de la Conquista (Trujillo), destaca su balcón de esquina o en ángulo, nuevo elemento en la arquitectura civil de la época.

vano flaquean columnillas abalaustradas entre cuyos fustes aparecen los bustos de Francisco Pizarro y su esposa Inés Yupanqui, así como los de Hernando Pizarro y la mujer de éste, Francisca Pizarro.

En el interior del edificio destacan los salones nobles de la planta principal, cuyo interés reside especialmente en el repertorio decorativo que decora el artesonado de los mismos; se trata de una muestra más del imaginario americanista que decora el edificio y que en este caso adquiere caracteres de evidente excepcionalidad, pues las 126 cabezas que decoran los canes de dichos artesonados constituyen un programa iconográfico de la religión inca.

El edificio de tres plantas y bajo porticado, está construido en sillería de granito, identificándose dos tipologías principales: granito aplítico, predominando el cuarzo y los feldespatos frente a la escasa presencia de biotita y granito de dos micas rico en cuarzo, de apariencia leucocrática y con cristales de feldespatos heterométricos. Es frecuente el uso de los granitos aplíticos como soporte de elementos decorados[1], frente a los otros que presentan un empleo estructural, como piedra de sillar (figura 2).

El segundo edificio civil de la plaza en importancia arquitectónica es el Palacio de los Duques de San Carlos, cuya fachada se estructura con una esquina hacia la Plaza (figura 3). Aunque las obras para la construcción del edificio que sellara la alianza entre los linajes Vargas y Carvajal comienza a mediados del siglo XVI, el palacio adquiere su aspecto definitivo después de las reformas que experimenta la fábrica granítica primitiva a principios del XVII y hasta mediados de la centuria seiscentista.

El edificio está construido en su mayoría en buena sillería de granito aplítico (figura 4), destacando las columnas del pórtico lateral en las que se recurre al empleo de granito de grano medio de dos micas, con gran abundancia de cuarzo y apariencia leucocrática (figura 6).

En las inmediaciones se localizan otros edificios importantes construidos por la nobleza trujillana del



Figura 3
Vista general del palacio de los Duques de San Carlos (Trujillo).



Figura 2
Empleo de granito aplítico (a la izquierda) y de dos micas rico en cuarzo (a la derecha) en el lienzo oriental del palacio del Marqués de la Conquista (Trujillo).

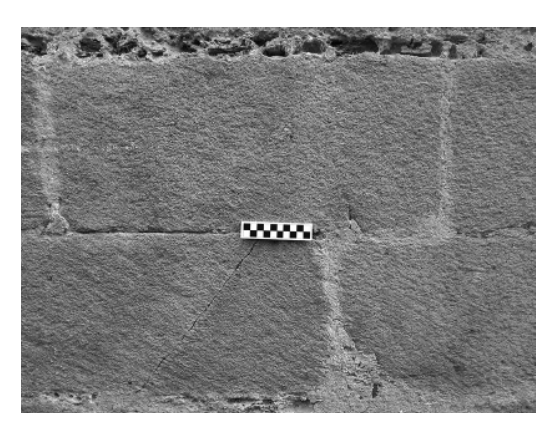


Figura 4
Empleo de granito aplítico (de grano fino) en la sillería del lienzo occidental, palacio de los Duques de San Carlos (Trujillo).

siglo XVI buscando la proximidad de aquella. Este es el caso del Palacio de los Marqueses de Santa Marta, situado en la desembocadura de la calle de Ballesteros hacia la plaza. El palacio, de notables dimensiones, fue edificado en el último cuarto del siglo XVI por Gonzalo de las Casas y su mujer Leonor de Barrios, hija de Hernán Cortés. La relación del edificio con América no acaba aquí, pues Francisco de las Casas, nieto de Gonzalo de las Casas, fue destacado capitán en el Virreinato de Nueva España. En la construcción del edificio participa el arquitecto Francisco Becerra quien precisamente se traslada a América para desarrollar su importante actividad arquitectónica a instancias de Gonzalo de las Casas.

El edificio articulado en una altura máxima de cuatro plantas y adaptando su fachada al trazado de la calle, recurre al empleo de sillería de *granito aplítico, granito de dos micas rico en cuarzo*, y *granito porf*ídico, con grandes cristales de feldespato, siendo su representación volumétrica en este orden.



Figura 5
Palacio de los Marqueses de Santa Marta, situado en la calle de Ballesteros (Trujillo)

En la desembocadura del llamado «Cañón de la Cárcel» se emplaza el Palacio de Juan Pizarro de Orellana, (figura 6) el primer corregidor de la ciudad de Cuzco. La historia constructiva del edificio arranca de la antigua casa fuerte de Diego de Vargas. Aprovechando algunos elementos del anterior edificio, Alonso Becerra, padre de Francisco, consiguió transformar la naturaleza castrense de aquel en otra más palaciega y residencial en el tercer cuarto del siglo XVI (Pizarro Gómez 1995).

El edificio constituido por tres alturas a ambos lados de la logia presenta también como elemento singular una puerta principal adintelada y con friso, que da acceso a un patio adintelado de planta cuadrada y rodeado por claustro a dos niveles. En la construcción del conjunto se emplean materiales graníticos, tanto sillería en esquinas y cuerpo central sobre el arco de acceso al edificio, como mampuesto en los lienzos de todo el conjunto. Las tipologías de granito identificadas se corresponden con las descritas anteriormente; empleo de granito aplítico en sillerías de esquina, jambas y dinteles, mampuestos y elementos decorados y el granito de dos micas y granito porfídico principalmente como mampuesto en los lienzos del edificio.

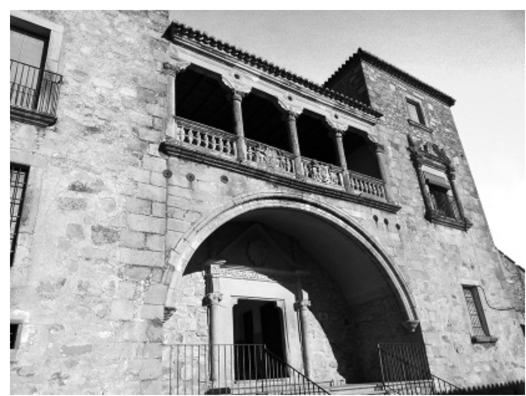


Figura 6
Palacio de Juan Pizarro de Orellana (Trujillo)

Identificación de los materiales pétreos de construcción y su caracterización petrográfica

Las labores de identificación, caracterización y determinación de la procedencia de los materiales pétreos

empleados en la construcción de los conjuntos arquitectónicos anteriormente descritos, se enmarca en el proyecto de investigación del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), *Inventario Nacional de Canteras Históricas asociadas al Patrimonio Arquitectónico*, destacando entre sus objetivos la localización de las canteras o áreas de explotación históricas de las que se extrajo piedra en el pasado para la construcción de los Bienes de Interés Cultural (BIC´s), centrándose los trabajos en esta primera fase del proyecto en las provincias de Cáceres y Badajoz. Esta labor de investigación ha permitido inventariar y caracterizar los espacios de cantera asociados a la construcción del patrimonio extremeño, su catalogación y formular en un futuro propuestas para su protección, en aquellos casos que así lo merezcan.

Una vez identificadas las litologías en los lienzos de los edificios anteriormente descritos, por ser aquellos que tienen una relación directa con la etapa histórica a la que nos referimos en el presente trabajo, se realizaron las labores prospectivas con el fin de localizar y caracterizar los materiales pétreos identificados, siendo el granito de dos micas rico en cuarzo, el granito porfídico y el granito aplítico las tipologías estudiadas.

De las labores prospectivas de campo se desprende que todos estos materiales proceden del batolito sobre el que se asienta la ciudad y que ocupa una superficie aflorante de aproximadamente 40 km^2 y una forma superficial elítica, estando su eje mayor en dirección N-S y localizándose en su centro la ciudad de Trujillo (Florido Laraña, 1987). La producción de elementos arquitectónicos y el alzado de los paramentos evidencian una especialización en el empleo de los materiales, condicionando la ejecución de la obra. La magnitud constructiva de Trujillo durante este periodo permite hacernos una idea del volumen de material pétreo movilizado y sugiere una intensa actividad asociada a las canteras y a la explotación de piedra para su construcción.

Como se ha indicado, el material mayoritariamente empleado en todos ellos es el granito, y del análisis de sus lienzos se identifican tres tipos diferentes:

a. Granito de dos micas rico en cuarzo, de apariencia leucocrática, presenta un tamaño de grano medio a grueso con cristales de cuarzo de tamaño superior a lo normal, con cristales heterométricos de feldespato. Constituye los relieves más acusados del batolito, con una distribución bastante irregular (figura 7).
b. Granito porfídico, leucocrático, macroscópicamente destaca por la presencia de grandes cristales de feldespato potásico, con grandes desarrollos que alcanzan en ocasiones los 8 cm, predominando los contenidos de biotita frente a la moscovita. El contacto con las facies de dos micas es difuso y neto con las aplíticas (figura 8).
c. Granito aplítico, se trata de facies leucocráticas micro a criptocristalina predominando el cuarzo y los feldespatos frente a la escasa presencia de biotita, siendo más abundante la moscovita y turmalina. El contacto con los granitos circundantes es neto (figura 9).

El carácter leucocrático de estas tipologías proporciona a las edificaciones cierta homogeneidad cromática en sus muros, en todos los casos son rocas extraí-

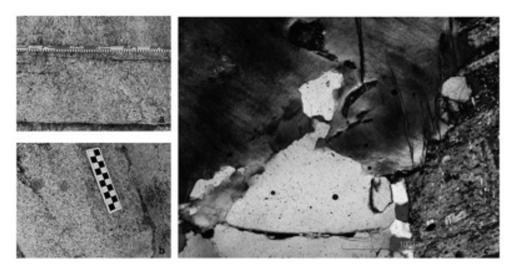


Figura 7
Granito de dos micas rico en cuarzo. a. Su empleo en el patrimonio arquitectónico, b. imagen de detalle en cantera, c. aspecto textural al microscopio óptico de polarización LPA

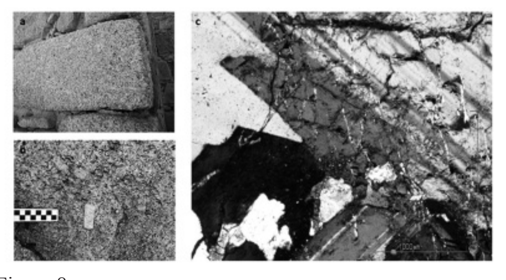
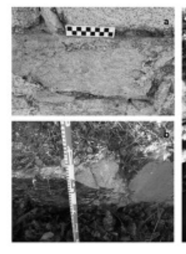


Figura 8
Granito porfídico. a. Empleo en el patrimonio arquitectónico, b. imagen de detalle en cantera, c. aspecto textural al microscopio óptico de polarización LPA



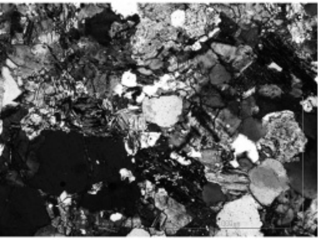


Figura 9
Granito aplítico. a. Detalle de su empleo en el patrimonio arquitectónico, b. imagen de detalle en cantera, c. aspecto textural al microscopio óptico de polarización LPA

das en el entorno de Trujillo, y aflorantes en el geológicamente conocido como batolito de Trujillo. Su representación volumétrica en los edificios está condicionada a su uso, principalmente el granito de dos micas rico en cuarzo se emplea como elemento de sillar, así como ocurre también con el granito porfídico, que presenta este mismo uso estructural como piedra de sillar, pero también como mampuesto en el caso del palacio de Juan Pizarro de Orellana. Finalmente el granito aplítico es utilizado tanto como elemento estructural, formando parte de los muros como sillar o mampuesto, y como elemento decorativo, siendo el soporte de todos los elementos decorados identificados en la arquitectura de estos edificios y de otros conjuntos representativos del patrimonio trujillano. El tamaño de grano fino de esta litología, y su facilidad para ser tallado en húmedo le proporciona cierta idoneidad para este tipo de trabajos (figura 10).



Figura 10
Granito aplítico como soporte de elementos decorativos, diversos ejemplos de la arquitectura trujillana: a. Palacio del Marqués de la Conquista (s. XVI), b. Iglesia de San Martín (s. XVI), c. Casa del Peso Real (s. XVI)

Procedencia de los materiales pétreos: canteras históricas - áreas de explotación

Geográficamente Trujillo se sitúa en el Centro-Sur de la provincia de Cáceres, y contextualizándolo geológicamente, en el Macizo Ibérico, concretamente en las inmediaciones del borde Sur de la Zona Centro ibérica (Monteserín López et all 1982). Las rocas aflorantes en el contexto local son de composición pizarrosa-grauváquica y están intruidas principalmente por los batolitos de Trujillo y Plasenzuela, así como por numerosos stocks de rocas cuarzodioríticas, o bien granodioríticas.

El batolito de Trujillo morfológicamente es un granito uniforme, con un relieve de tipo berrocal que resalta ligeramente sobre la penillanura pizarroso-grauváquica circundante. Se trata de un batolito con estructura zonal, presentándose en el núcleo las facies más finas y leucocráticas representadas por granitos ácidos que pasan gradualmente a otros de composición más calcoalcalina que constituyen la periferia del macizo.

Los contactos entre las tipologías de granito identificadas en las construcciones anteriormente descritas son en ocasiones graduales, dando lugar a la existencia de facies de tránsito con caracteres texturales entre ambas tipologías, siendo constatado su empleo en las fábricas de estos edificios.

El volumen de piedra movilizado para su construcción y la totalidad del patrimonio de la ciudad ha dejado su impronta en los afloramientos geológicos del entorno, identificándose en el presente trabajo de investigación las áreas históricas de explotación para los cuatro conjuntos arquitectónicos anteriormente descritos, todos ellos contextualizados en el s. XVI, así como para el resto del patrimonio construido de Trujillo, que desde el año 1962 es declarada ciudad monumental histórico-artística.

La gran concentración de conjuntos edificados de carácter histórico en Trujillo, ha dado lugar a numerosos espacios de explotación con la lógica superposición de las labores extractivas y la dificultad añadida para la datación de los frentes e improntas que actualmente, en su mayoría, aún se conservan

en buen estado. Por tanto, las áreas de explotación que a continuación se enuncian y sus marcas extractivas asociadas se corresponden y correlacionan con los materiales estudiados en los lienzos de los palacios de la Conquista, Duques de San Carlos, Marqueses de Santa Marta y de Juan Pizarro de Orellana, pero al no datar estas labores extractivas su correlación temporal no es exacta, siendo muy posible que los espacios que se señalan sean el resultado de unas labores de extracción de piedra de construcción desde la configuración de la villa de Trujillo hasta nuestros días, siendo por tanto complejo precisar con qué periodo temporal se corresponden, necesitando de la participación de otras técnicas, aún en desarrollo, para poder establecer estas necesarias relaciones.

Atendiendo a las tipologías de granito identificadas en los lienzos de los conjuntos estudiados se definen cuatro grandes áreas extractivas:

- Área extractiva urbana, en la que se explota mayoritariamente el granito de dos micas y el granito aplítico, materiales que integran el sustrato rocoso y que se corresponde con el sustrato del área histórica de la localidad de Trujillo, en esta zona se identifican numerosas marcas de cuñas, rozas, cortes en el macizo rocoso, etc., estando los mejores ejemplos en aquellas zonas donde el desarrollo urbanístico y la características del relieve las han preservado de la alteración y los crecimientos urbanísticos (figura 11).

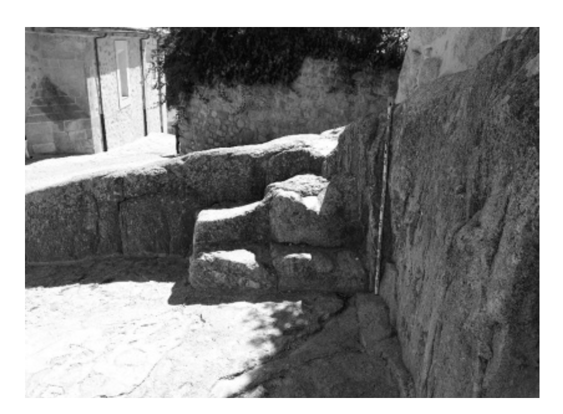


Figura 11
Bancos de explotación en el área urbana de Trujillo.

- Área extractiva NE, se corresponde mayoritariamente con los afloramientos de granito de dos micas y en ella se identifican diversas marcas de extracción asociadas a la extracción de este material, entre las que destacan: rozas, sillares adosados al macizo rocoso, empleo de cuñas, etc. (figura 12)



Figura 12
Aspecto general del área extractiva NE, en la que se explotó históricamente el granito de dos micas.

- Área extractiva SO, en la que se explotó el granito aplítico, en esta área se identificaron improntas de extracción en deficiente estado de conservación, y en ocasiones parcialmente ocultas por la antropización del entorno y el vertido de residuos que dificultan su observación (figura 13).



Figura 13.
Área extractiva SO, antropización por vertidos incontrolados, que dificultan la observación de los frentes de explotación históricos y marcas extractivas.

– Área extractiva periférica, más distante a las anteriores, en un radio aproximado de 4km de distancia, en la que aflora el granito porfídico y conservándose multitud de marcas de extracción, como rozas, marcas de cuñas, cortes, sillares sin extraer, etc., todas estas labores denotan la intensa actividad asociada a la extracción de roca que ha tenido el área durante siglos (figura 14) y (figura 15).

Conclusiones

Los conjuntos edificados estudiados, un total de cuatro palacios civiles: palacio del Marqués de la Conquista, palacio de los Duques de San Carlos, palacio de los Marqueses de Santa Marta y palacio de Juan Pizarro de Orellana, todos ellos enmarcados en el periodo temporal de la Conquista de América, están construidos con materiales explotados en las inmediaciones de Trujillo, existiendo una relación directa de estos conjuntos edificados con los materiales aflorantes en su entorno, concretamente en un área aproximada de 4 km de radio.



Figura 14
Improntas y cortes en el macizo rocoso, en la definida como área extractiva periférica.

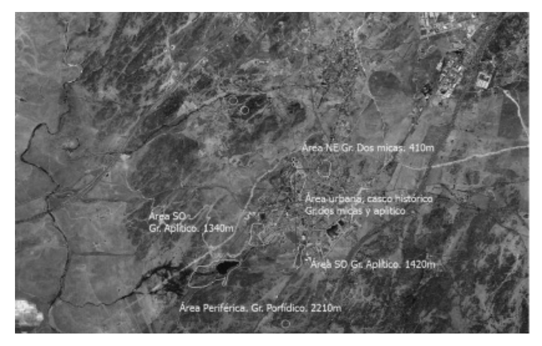


Figura 15
Localización de las principales áreas extractivas localizadas y distancias, sobre imagen de ortofoto en el entorno de Trujillo.

Se identifican tres tipologías de granito en las fábricas de estos edificios, cada uno de ellos un uso específico: granito de dos micas, empleado como elemento estructural tanto como sillar o mampuesto, y para la realización de las columnas del pórtico en el palacio de los Duques de San Carlos, granito porfídico, como elemento estructural y granito aplítico como soporte de elementos decorativos para los cuatro conjuntos (balaustradas, columnas, tallas, frisos, etc.), por su tamaño de grano y bondad para ser trabajado, y también como elemento estructural, como piedra de sillar y mampuesto.

Todas estas litologías se extraen en cuatro grandes áreas extractivas localizadas en el batolito de Trujillo: área urbana, área NE, área SO y área periférica, y en todas ellas se identifican marcas e improntas de una explotación continuada de estos materiales asociada al crecimiento de la ciudad y su configuración arquitectónica y urbanística (figura 15). En algunos casos, como ocurre con el área extractiva SO son zonas antropizadas, por vertidos y escombros que dificultan la observación de las labores históricas y sus improntas, situación que debería revertirse con una labor de conocimiento y puesta en valor de estos espacios, que sin duda son parte importante de la historia de Trujillo y su arquitectura.

Notas

1. El empleo de granito aplítico se identifica tanto en elementos decorativos como también en estructurales, combinándose estos últimos con los granitos de dos micas ricos en cuarzo como piedra de sillar.

Lista de Referencias

Fernández-Daza Alvear, C. 1993. *La ciudad de Trujillo y su tierra en la baja Edad Media.* Junta de Extremadura. Badajoz.

Florido Laraña, P. 1987. *La minería en Extremadura*. Junta de Extremadura. Consejería de Industria y energía. Madrid.

Monteserín López, V., Pérez Rojas, A., Ruíz García, C., Barón Ruiz de Valdivia, J.M. 1982. *Hoja geológica Trujillo, Nº 705. Magna*. Instituto Geológico y Minero de España.

Pizarro Gómez, F.J. 1995. Una Ciudad y una Plaza. En *TRUJILLO Crisol de Culturas.* VV.AA. 1995. Diputación de Cáceres. Badajoz. 65–109

Sanz Fernández, F. 2009. *Corpus de Alarifes, carpinteros de lo blanco, canteros y maestros de cantería activos en Trujillo durante el siglo XVI*. Gea Patrimonio. Trujillo.

Sanz Fernández, F. 2001. *La arquitectura trujillana del Renacimiento a través de sus casas, palacios y conventos*. XXX Coloquios Históricos de Extremadura. Trujillo. 587–632.

La trompa de Montpellier. Origen, uso, desarrollo y evolución a partir del tratado de cantería de Alonso de Vandelvira

María Aranda Alonso

Las trompas fueron un elemento imprescindible en la evolución de la arquitectura, surgiendo como una necesidad, principalmente a la hora de construir cúpulas. Su forma geométrica, desarrollada inicialmente a partir del cono, permite fácilmente los cambios de forma en planta y ayuda a transmitir las cargas procedentes de la estructura superior.

Tras su auge en el románico su utilización resurgió a finales de la baja edad media como un elemento más autónomo. En este momento, su función se mantenía pero su uso ya no estaba únicamente vinculado a la intersección de formas a gran escala. La arquitectura de carácter doméstico y civil también acudió a su utilización como recurso para la optimización y la mejora estética de los espacios.

Entre las posibilidades materiales que ofrece su construcción, su desarrollo en piedra fue muy común, convirtiéndose la trompa en una lección indispensable dentro del aprendizaje de los canteros que perdura hasta nuestros días. Bajo esta premisa encontramos su presencia en varios tratados de cantería. A partir del «Libro de traças y cortes de piedras» de Alonso de Vandelvira redactado entre ca. 1575–1591, se quiere poner en relevancia el ejercicio conocido como la «trompa de Montpellier». Su nombre, epónimo de la ciudad francesa, despierta un interés sobre su origen, evolución y transmisión que queremos plantear en esta comunicación.

La trompa de Montpellier: su geometría básica y su uso

Las trompas cónicas son la tipología más antigua y común, dentro de la cual encontramos la trompa de Montpellier. Más concretamente, se denomina trompa de Montpellier a la trompa que se genera a partir de la intersección de una porción de cono con un medio cilindro, cuyo eje de revolución está colocado en un plano perpendicular al plano que contiene el del cono.

Las trompas pueden ser también denominadas de forma genérica según la forma del espacio superior que sustentan, por ello esta construcción puede ser también llamada «Trompa en torre redonda». Tal denominación atiende sin embargo también a otras configuraciones tanto dentro de las trompas cónicas, como posteriormente dentro de las trompas cilíndricas y esféricas (nichos).[1]

Por su vinculación a una planta circular, convexa con respecto al espacio interior, la trompa de Montpellier no aporta ninguna ventaja a la configuración de espacios interiores a la manera a la que se asoció la trompa en el románico.[2] Se trata de una trompa destinada al soporte de torretas que sobresalen del volumen inicial del edificio en rincones, cuya función podía ir asociada o bien a un núcleo de comunicación de escaleras o bien a la ampliación de una sala.

La trompa de Montpellier: su origen

La región del Languedoc, al sureste de Francia, fue una región ampliamente abierta a influencias mediterráneas por su contacto directo con el mar y su situación clave entre la Provenza y Cataluña.

A partir del siglo XI toda la zona se convirtió en una zona de asentamiento de abadías y se introdujeron tradiciones constructivas procedentes del norte de Italia. Esas formas y técnicas fueron mejoradas en la región en las siguientes fases del románico: se buscaron tipos de piedra más blandas y se perfeccionaron las técnicas de talla para conseguir mejores superficies. Prueba de ello es la construcción de muros más estrechos a partir del «opus monspeliensis» o la «vis» de la abadía de Saint Gil.

Dentro de la región, Montpellier tomó un papel destacable a pesar de su tardía fundación en el año 985. Muchos comerciantes se establecieron en esta villa por su rápido acceso a la costa y ello propició un notable crecimiento. Desgraciadamente, una parte considerable del patrimonio arquitectónico que daba testimonio de este esplendor medieval fue destruido durante las reformas urbanísticas del siglo XIX. Esta circunstancia junto con la falta de expedientes antiguos más precisos que narren las reformas de los inmuebles ha limitado mucho la investigación del origen de un elemento tan puntual como la «trompa de Montpellier».

Una primera aproximación al estudio del origen de esta trompa la encontramos en el glosario elaborado por Barbé Coquellin de Lisle (1977, 1: 187-188) incluido en la edición facsímil del tratado de Alonso de Vandelvira. En él se hace referencia a un arco que salvaba transversalmente la «Rue d’Embouque d’Or», hoy nº 7, continuación de «Rue des Trésoriers de France». Este arco vinculaba ambos lados de la calle y tenía adosada una torre en la esquina colocada sobre una trompa (actualmente sólo se conserva una columna en el lugar).

Denominado comúnmente «arc de Brun», «arc de Ramond» o «arc d’en Roqua», este arco perteneció al inmueble de Raymond Conques que heredó la familia Roch / Roqua / Roca,[3] por el matrimonio de Bernard Roch con Béatrix de Conques. La revisión de los «Compoix»[4] realizada por Giraud (1895, 158) permite conocer la sucesión de propietarios del inmueble asociado al arco hasta la compra del mismo por parte del municipio para llevar a cabo la abertura de la «rue Valedau».

Una litografía, un grabado y su dibujo preparatorio realizado por Jean-Joseph Bonaventure Laurens (1801–1890) son los únicos testimonios del aspecto que tuvo este arco justo antes de su demolición en 1835 (figura 1–2).[5]

Todos los indicios apuntan a que el arco fue construido antes de aprobarse la normativa de Jaime I de Aragón en 1259 que prohibía la nueva construcción de arcos de este tipo. Esta ley respetaba sin embargo los ya existentes realizados en piedra como «celui de Brun, dans l’anciéne ruë Bouques-d’Or» (Aigrefeuille 1738, 556). Vayssettes (2015, 71–72) argumenta su temprana construcción con otros motivos como el estilo de las ventanas o la decoración de los plafones decorativos alusivos al matrimonio entre Béatrix y Bernard que se conservan en la Société Archéologique de Montpellier.

La controversia aparece realmente cuando se intenta datar la torre y en especial la trompa. Por un lado parece poco probable que una construcción si-

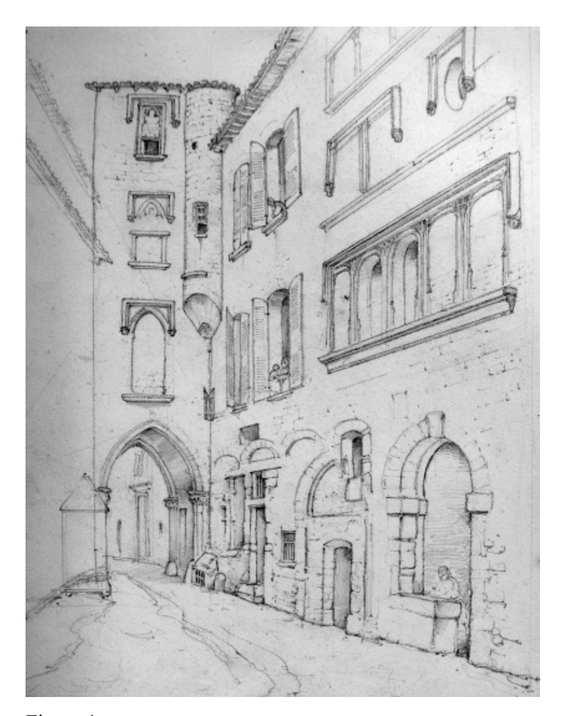


Figura 1
«Maison de Jacques Cœur, rue des Trésoriers de France». Carpetrans, Bibliothèque Inguimbertine et musées. J. J. Bonaventure. Album nº 84 fol. 42.

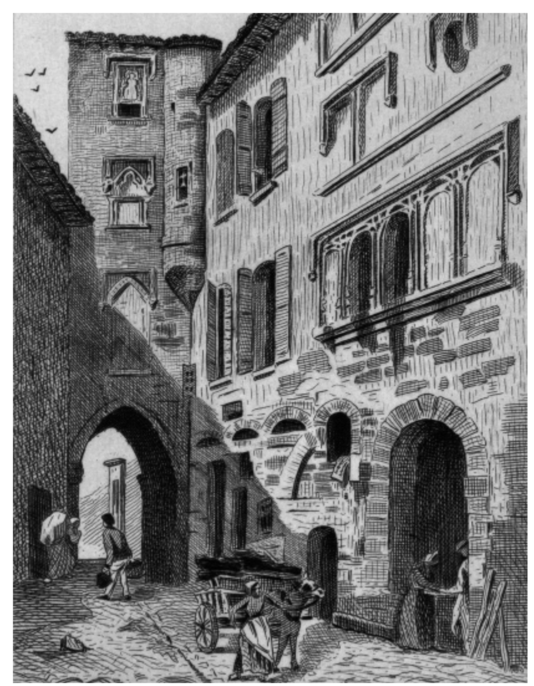


Figura 2
«Rue Embouque d›Or». Rodríguez, 1840. Réseau des médiathèques de Montpellier Méditerranée Métropole.

milar fuera planeada y realizada junto con el arco en el siglo XIII. Sin embargo, la uniformidad de las ventanas que se ven en la representación de Bonaventure desvelaría la necesaria presencia, desde el inicio, de escaleras para poder acceder al último piso. En el archivo municipal de Montpellier se conservan unas concesiones a esta familia de una «bisturris» datadas en 1251, 1267 y 1268 (Giraud 1895, 246–247). Sin embargo, se trata al parecer de una torreta vinculada a la muralla de la ciudad, la cual delimitaba la parcela del inmueble de los Roca en ese momento, y no de la construcción en la que estamos interesados.

Por la evolución general de la talla de la piedra y la historia del desarrollo de la ciudad parece más lógico pensar que esta torre y especialmente su trompa fueran construidas en el siglo XV. Según Sournia y Vayssettes (1994, 31) el patrimonio inmueble existente era tanto y tan rico que los nuevos propietarios en este siglo se decantaron más por realizar arreglos y reformas que por nuevas edificaciones. En este momento se produjo un auge del uso de la «vis» en torres poligonales dentro del que quizás se podría encuadrar la construcción de la trompa.[6]

En segundo lugar hacemos referencia a la única trompa de esta tipología que hoy en día sigue en pie en Montpellier. Se trata de una trompa situada en el inmueble nº 22 de la «Rue de l’Aiguillerie», según Barbé-Coquellin (1977, 1: 188) vestigio de la parte renacentista del hôtel Chirac (figura 3).

Esta trompa que soporta una torreta con escaleras ha pasado muy desapercibida por su localización en un patio interior privado. Ni Giraud (1895), ni Aigrefeuille (1738, 547), que habla brevemente de la fachada de este hôtel realizada a finales del siglo XVII por encargo del promotor Pierre Chirac (primer médico del rey), hacen referencia a su interior.

Tras el análisis de la mampostería sobre la que se encuentra la trompa, datable en el siglo XV, Sournia y Vayssettes (1991, 268) consideran que la construcción de la misma sería posterior. Estos autores se atreven incluso a datarla a finales del siglo XVI o principios del XVII, a causa de la decoración de las ventanas y los cordones de la torreta que sustenta.

Fuera de este barrio, en la actual «Rue de l’herberie», se tiene constancia también de otra trompa, la cual según Aigrefeuille (1738, 556) sería la trompa a la que los libros de arquitectura hacen refe-



Figura 3
Trompa «22, Rue de l’Aiguillerie», Montpellier. Foto M. Aranda.

rencia. Éste autor no da la reseña de la calle sino del propietario contemporáneo, Sieur Plantier.

Esta trompa resistió a la primera reforma urbanística realizada en la zona en 1747 para la construcción de una lonja que mejorara la entrada y salida de mercancías de la ciudad. En este entorno se llevaba a cabo el comercio de carne y pescado de Montpellier y exactamente en esta parcela se encontró a partir de 1480 el «Poids-du-Roi».[7] No corrió sin embargo la misma suerte en 1858 cuando la necesidad de construir un mercado aún más grande acarreó también la alineación de las parcelas del entorno de la plaza.

El estado anterior a la demolición fue documentado esta vez por el profesor de dibujo de «L'école régimentaire du génie de Montpellier» Jean-Marie Amelin (1785–1858). En la imagen se observa como la trompa sustenta una torreta de dos pisos que podría albergar, como en los casos anteriores, unas escaleras en su interior (figura 4).

Las referencias para la datación de la construcción de esta trompa son igual de oscuras que para el caso anterior. Giraud (1895, 79–81) relata la descripción de las obras que Jacques Audibert quería llevar a cabo tras la compra del inmueble en 1631. La petición presentada pretendía cerrar la arcada que tenía el edificio, vinculada a la del de Daniel Ripert, y una escalera de bajada al sótano que sobresalía a la calle.

La construcción de la trompa en la «Rue de l'herberie» estaría vinculada según Giraud (1895, 79-81) a estas reformas y supone además que ésta se llevó a cabo para rivalizar con la del hôtel Sarret (esquina «Rue de la Coquille» con «Rue du Palais des Guilhem»). Esta hipótesis podría ser razonable si se contempla el plano II612 (figura 5). En él se ve representado un único portal adosado a un saliente opaco del que nace la trompa, donde anteriormente debió de estar la segunda arcada mandada cerrar por Audibert.

Es muy importante no confundir la forma de la «trompa de Montpellier» con la del hôtel Sarret, diseñada en 1636 por el arquitecto Simon Levesville. Esta segunda se trata de una trompa cónica en esquina y en viaje que por su gran altura proporciona una apariencia muy esbelta y triangular (figura 6).[8]

A falta de referencias a la ubicación exacta de este elemento en la tratadística sobre arquitectura que pueda ayudar a poner orden, es difícil también aclarar si el concepto nació de un caso en concreto que inspiró al resto o a partir de la repetición del modelo en la ciudad en una determinada época. Entre los tres ejemplos planteados parece más probable que el caso al que Vandelvira hace referencia fuera el de «Rue Embouque d'Or», pero no parece posible que podamos resolver el enigma.

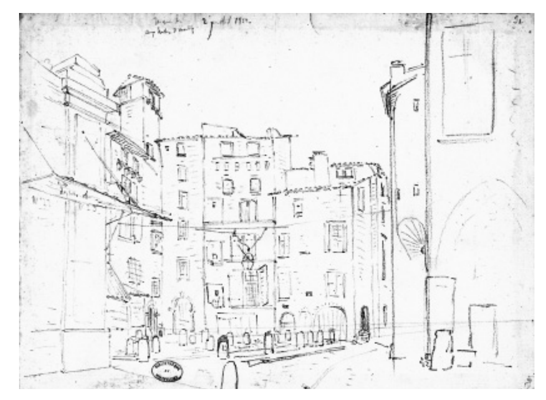


Figura 4
«Marché aux herbes». 1829. Réseau des médiathèques de Montpellier Méditerranée Métropole.

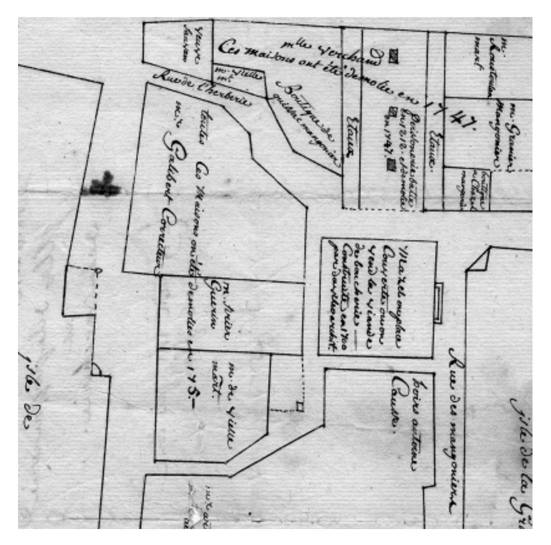


Figura 5
«Plan îles de la Poissonnerie et de la Boucherie». ca. 1750. Archives de la ville de Montpellier. Nº inv. II612.




Figura 6
Izq.: Trompa del Hôtel Sarret. Dcha: Ménsula «cul-de-lampe» en «Rue des Trésoriers de France». Fotos M. Aranda.



Figura 7
Fachada sur de la catedral de Estrasburgo. Foto F. Degenève, OND.

La trompa de Montpellier: evolución y estabilidad: ventajas e inconvenientes

Es importante plantearse también la existencia de otras soluciones similares a la que nos ofrece la trompa de Montpellier, porque, aunque era un ejercicio muy conocido por los canteros, su uso fue relativamente raro. La existente en el château Rivau (fin s. XVI) o las del hôtel Bullioud de Lyon (1536) son algunos de los pocos ejemplos conocidos y conservados.

Cronológicamente el primer caso de torreta encontrada que genera una solución similar a la que estamos analizando aquí, se presenta en la fachada sur de la catedral de Estrasburgo en la fase constructiva llevada a cabo entre 1210–1235 (figura 7). Esta solución, aunque de base poligonal, recurre al uso de un cono escalonado invertido que va reduciendo el diámetro de su base en cada hilada según se desciende en altura. Se trata de una estructura masiva cuya estabilidad dependía casi exclusivamente de la longitud del encastre y se basa en el mismo principio de la ménsula de la que nacen pilares cilíndricos usado a partir del siglo XII.

Esta solución no la veremos usada comúnmente en las torretas hasta el siglo XV, momento en el cual muchas fortalezas recurrieron a la construcción de torreones cilíndricos en voladizo más como un elemento decorativo de gusto renovado que defensivo. Esta solución aportaba robustez y permitía cubrir un ángulo de apertura en planta algo superior a los 270° que proporcionaba gran visibilidad. La idea se extendió por toda Europa o bien como una forma más depurada de cono perfecto macizo, Hôtel de Peyrat (Pezenas), o bien como base cónica para una decoración añadida, Palacio del Infantado (Guadalajara).

Para el mismo desarrollo, el uso de una trompa cónica proporciona una solución mucho más ligera que se asemeja a una bóveda independiente apoyada sobre la esquina que se quería salvar. Su estabilidad basada en el buen ajuste de sus piezas hace que la planificación detallada de las dovelas triangulares que la componen y el dominio del corte de la piedra sean fundamentales. Esta es una de las razones por las que en algunos tratados como el de La Rue (1738, 67) o Vicente Tosca (1727, 282) este grupo de trompas fue denominado también como bóvedas cónicas.

La trompa de Montpellier aporta dos ventajas con respecto a la solución anterior: por un lado su estructura, basada en unas dovelas de unos 15–20 cm de espesor que no se encastran masivamente en la pared, permite la construcción de escaleras en su interior. Por otro, la trompa proporciona una espacialidad en el exterior especialmente útil en patios interiores o calles estrechas. La desventaja es que no permite cubrir ángulos mucho más amplios de 90°.

Por el momento, el único caso de trompa encontrada anterior al siglo XV en una estructura similar a las torretas en esquina que nos ocupan se encuentra en la muralla del castillo de los condes de Gante construida entre el siglo XIII y el siglo XIV. Se trata de una muralla con veinticuatro torreones apoyados sobre una estructura radial de vigas, apoyada a su vez sobre un contrafuerte central a cuyos lados se adosan dos trompas cónicas rectas. Esta solución habría podido ser más continúa de haberse recurrido a la trompa de Montpellier para adaptar el frente de la trompa a la forma de la planta.

Sin posibilidad de obtener más datos que nos ayuden a concluir a partir de qué trompa y cuándo aparece el concepto de «trompa de Montpellier», es difícil de nuevo especular acerca de su evolución. ¿Surge la «trompa de Montpellier» como solución refinada del cono macizo o es el cono macizo el que por su robustez, solidez y fácil elaboración se impone a las trompas? Sournia y Vayssette (1991, 210) exponen la posibilidad de que las torretas de los ejemplos estudiados en Montpellier hubieran sido construidas inicialmente sobre ménsulas, «cul de lampe», y haber sido sustituidas posteriormente por trompas. La torreta poligonal de la «Rue des Trésoriers de France» construida probablemente en el siglo XIV, podría ser una prueba de la existencia de estructuras similares al cono macizo anteriores al siglo XV (figura 6).

La presencia de la trompa de Montpellier en los tratados

«Le Livre de l'architecture» (1567–1574) de Jean Chéreau fue el primer tratado conocido en introducir la trompa de Montpellier (figura 8). A pesar de estar basado en «Le premier Tome d'architecture», Chéreau incluyó este elemento al que De l'Orme (1567, 88–95) no hace referencia alguna aunque la trompa del Castillo d'Anet se basa en el mismo sistema.[9]

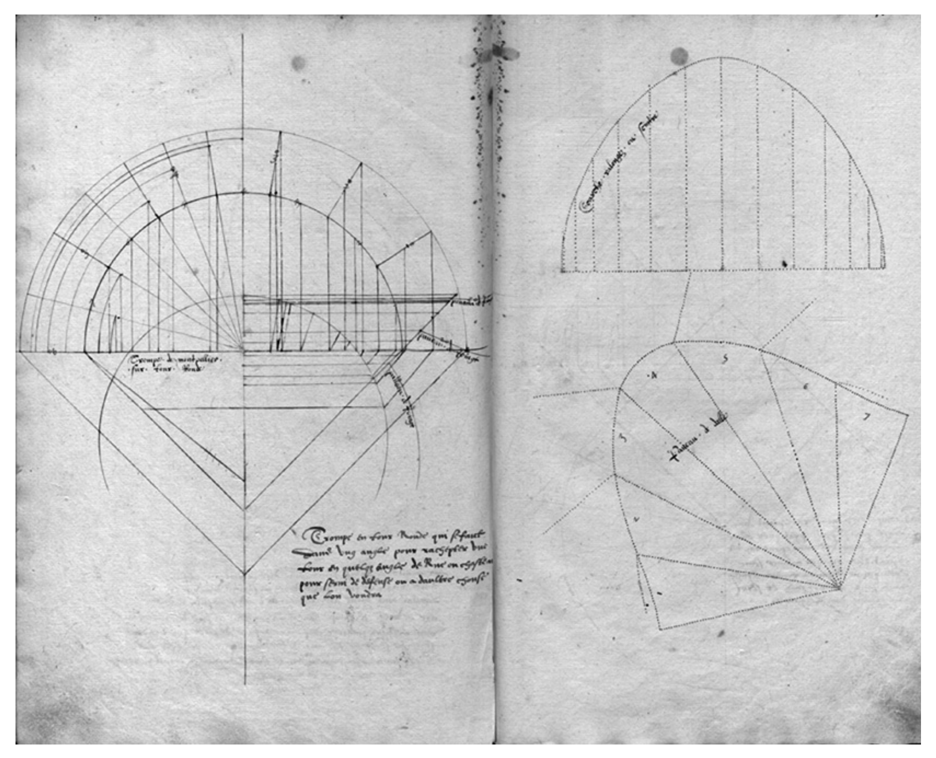


Figura 8
«La trompa de Montpellier». J. Chéreau. p. 105v.–106r. PAN Biblioteka Gdańska.

Cronológicamente esta trompa aparece después en el tratado de Vandelvira (ca. 1575–1591), que va a ser en el que nos detengamos, y posteriormente en los de Jousse (1642), Derand (1643), Frezier (1737) y De la Rue (1738). Otros autores como Gentillâtre (1612), Joseph Gelabert (1653), Joseph Ribes (1708) y Simonín (1795) la incluyen pero no la denominan con este nombre.

Peculiaridades del Libro de traças y cortes de piedra - Alonso de Vandelvira (ca. 1575–1590)

Sin poder entrar a realizar aquí un análisis en profundidad del ejercicio, queremos hacer un repaso por las peculiaridades presentes en este tratado ya que, aparte de ser el único tratado peninsular en introducir la trompa en el repertorio con esta denominación, es uno de los pioneros.

Como excepción en la tratadística, este autor utiliza las «pechinas»[10] como capítulo introductorio para su tratado. De entre los 14 ejemplos que propone Vandelvira, la trompa de Montpellier aparece en antepenúltimo lugar, siendo el penúltimo una variación de la misma «en esviaje». Nos llama la atención que este es el único ejercicio dentro del apartado que Vandelvira denomina con el término «Trompa», lo cual remarca más su origen francés.

Ninguna de las dos copias, a partir de las que este tratado es conocido, presenta diferencias relevantes en el desarrollo del ejercicio (Vandelvira, 1575-1591). Su descripción cuenta con dos láminas: una con el dibujo del alzado, la planta y la explicación de su proceso y otra con el desarrollo de su cimbra[11] y una planta explicativa de su uso. Esta planta es bastante singular ya que es la única en todos los tratados en poner en relación el elemento con la distribución del edificio y en vincular directamente la trompa de Montpellier a un caracol de escaleras. Otros tratados posteriores como el de La Rue (1738, 90-91) añadieron perspectivas para explicar la construcción pero en ellas no se representó el interior (figura 9).

Mientras que Vandelvira aconseja sin más informaciones que esta trompa debe de utilizarse para «cuando hay angostura», Dérand (1643, 256) explica que la trompa de Montpellier genera una forma mucho más convexa que cualquiera de las otras. Esta gran convexidad se debe en el caso de todos los tratados enumerados a que la directriz del cono que da lugar a la trompa coincide con el arco de medio punto de su planta.

Vandelvira es el único autor que da a la trompa de Montpellier una curvatura de menor recorrido cuyo centro coincide con el vértice del cono y el radio corresponde al lateral de la trompa. En este punto es necesario plantearse si entonces Vandelvira entendió correctamente el ejercicio ya que basándose en este principio la trompa de Montpellier sería para él cualquier trompa cónica que se interseca con un cilindro.[12] Esto se distinguiría claramente del método de trazado de la «pechina en torre redonda» (fol. 11r) generada a partir de la extrusión hacia un vértice de la línea de intersección entre dos cilindros perpendiculares entre sí.[13] Sin embargo, en el tratado de Jousse (1642, 102–109) por ejemplo, se observa como tanto la trompa «en tour ronde» como la «trompa de Montpellier» tienen un desarrollo cónico cuya única diferencia se encuentra en la convexidad de la curvatura en planta.

Con respecto a la forma de obtener las plantillas del intradós, el sistema de Vandelvira es bastante rápido y visual. La colocación de la línea plana tangente a la curva en eje de simetría le permite sacar rápidamente el desarrollo del cono que contiene la trompa. Posteriormente para localizar en él los puntos de la intersección debemos trazar otros conos con una base inferior correspondientes a la posición de juntas y puntos intermedios. El manuscrito de Gentillâtre (1612, 428r) utiliza exactamente el mismo sistema a pesar de que la línea plana esté localizada al inicio de la curvatura de la planta. Parece que Chéreau (1567–1574, 105v), Dérand (1643, 256–257) o Jousse (1642, 108) también usan este sistema a pesar de recurrir a trasladar medidas a dibujos auxiliares. Paralelamente vemos como el complicado sistema general de traza para trompas de Philibert de l'Orme (Aranda 2015, 117) sobrevive en tratados como el de Ribes (1708, 231).

La cimbra dibujada con intradós y extradós equidistante es algo de nuevo característico en Vandelvira, que sólo volvemos a encontrar en Ribes (1708, 231). Los franceses únicamente dibujan el intradós, dejando la libertad de poder hacer un extradós continuo, o bien equidistante a diferentes profundidades para cada dovela, Gentillâtre (1612, 427v), o bien alineado a una altura, La Rue (1738, 90–91) o bien con alturas escalonadas rectas, como se ve en la trompa de la abadía de Toussaints en Angers.

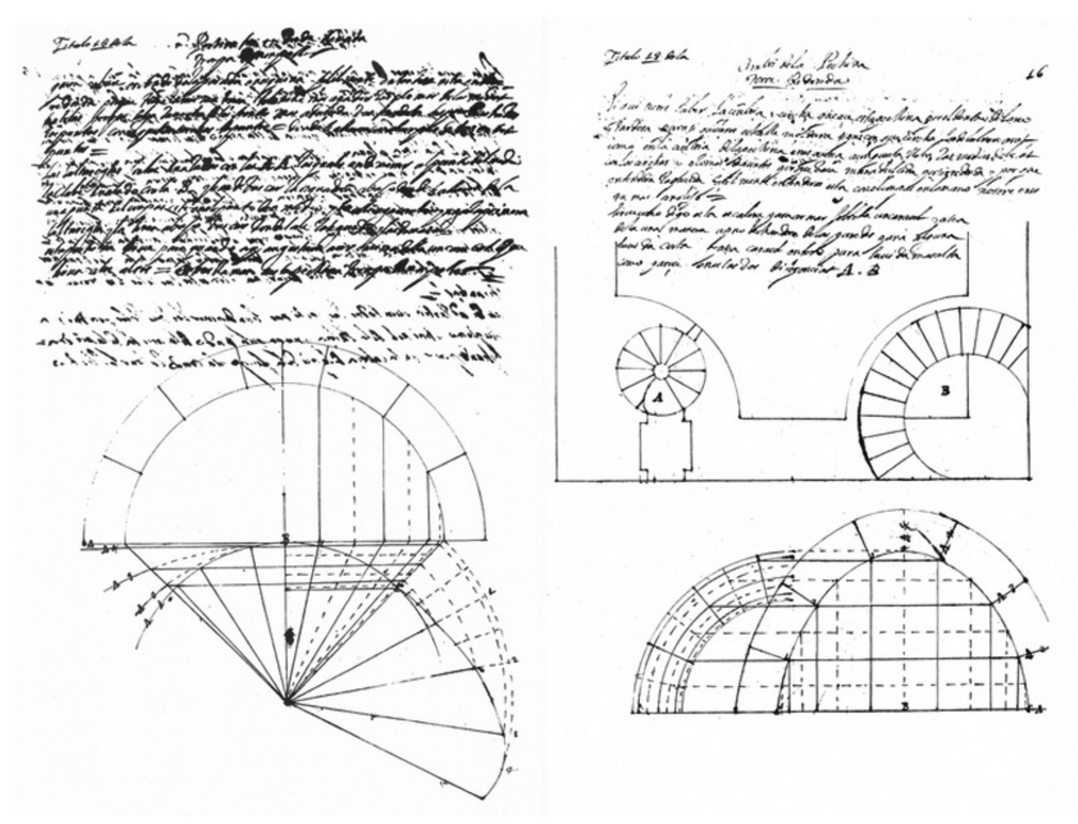


Figura 9
«La trompa de Montpellier», Alonso de Vandelvira. (Barbé-Coquelin 1977, 2: 15v.–16r.)

Por último hacemos una breve mención a la saltarregla, hallada por Vandelvira a partir de una aproximación que únicamente se vuelve a ver en Chéreau.

Introducción de la trompa de Montpellier en España

En la época en la que Montpellier perteneció a la corona de Aragón, y al reino de Mallorca, (1204–1349) la ciudad era uno de los lugares más importantes para el comercio mediterráneo. Posteriormente cuando la ciudad pasó a dominio francés las rutas comerciales ya estaban establecidas y siguieron funcionando.

La duda de cómo Vandelvira aprendió este ejercicio queda todavía sin resolver, ya que no se han encontrado, al menos de momento, ni personas ni edificios que permitan establecer conexiones intermedias con Montpellier. Si en la tratadística se ve la repetición constante del ejercicio, estamos seguros de que la trompa de Montpellier ya se había establecido con anterioridad dentro del repertorio de formas que todo cantero debía de conocer. Un canon, quizás establecido en Francia, que se transmite durante el período de formación, que en el caso de los canteros es bastante nómada. La trayectoria del maestro de obras Guillem Sagrera es un ejemplo excelente para mostrar el movimiento de influencias, y por lo tanto del conocimiento, en torno al Mediterráneo.

Como conclusión por lo tanto pensamos que Alonso aprendió el ejercicio de la Trompa de Montpellier como parte de su formación al igual que otros muchos ejercicios que aparecen expuestos en el tratado. Esto no implica que necesariamente hubiera conoci-

do el origen del elemento o lo hubiera visto puesto en obra en otros edificios.

Notas

Este artículo forma parte de la Tesis Doctoral de la autora, dirigida por Dr. David Wendland en la Facultad de Humanidades de la Technische Universität Dresden.

Especiales agradecimientos a Pierre Bernard y Christine Feuillas del Archivo de la villa de Montpellier y a J. L. Vayssettes del servicio de arqueología. También a Frédéric Degenève, Nicolas Eberhardt, Pierre Beaugey, Aymeric Zabollone, Boris Debourne et al. de La Fondation de l'Œuvre Notre-Dame de Estrasburgo con quienes, a través de la talla, aprendí mucho sobre trompas.

1. Las formas siguieron evolucionando en la estereotomía. P. ej. en el tratado de Dérand (1643, 306) encontramos «Trompe en niche & en tour ronde». Posteriormente a partir del tratado de De La Rue (1738, 87) aparecen con frecuencia las trompas cilíndricas «en tour ronde».
2. Contrariamente, sí se dan casos con trompas de curvatura cóncava en transeptos. De esta manera el cambio de forma entre la estructura superior e inferior no es tan brusco como en el caso de la trompa básica cuadrada. Aunque construidas con elementos de menor tamaño, es decir sin tratarse de un elemento estereotómico, estas trompas cavadas las encontramos ya por ejemplo en la arquitectura sasánida, Palacio de Sarvistán del siglo V o más tardíamente en el siglo XII en la catedral de San Corrado en Molfetta.
3. Giraud (1895, 163) confirmó la presencia de esta familia en la manzana hasta mediados del siglo XV y desmontó el mito de la posible vinculación con San Roque.
4. Catastro rudimentario con descripción de parcelas típico de las ciudades del Languedoc desde el siglo XIV hasta el XVIII. La «Rue d'Embouque d'Or» pertence al «Compoix de Saint-Foy».
5. El epígrafe del dibujo que da título al mismo es erróneo (ver nota 6). La litografía de Girieud (litógrafo Boehm) no fue tampoco corregida. En la cartografía por manzanas del XVIII (Archives de la ville de Montpellier) el arco aparece nombrado y representado pero se prescinde de la torreta adosada: (II43) Île des Trésoriers de France; (II679) l›île de Manse. En la planimetría general el arco sólo aparece representado en el plan catastral de Napoleón de Montpellier (1815), sección L (1GL). En el plan de alineamiento de las calles (1825) plancha 23 (1Fi10) la parcela se representa modificada, similar al plan de alineamiento de la «rue d'Embouque d'Or» de 1752 (Archives départamentales de l'Hérault: C 6344–1).
6. En 1432 la ciudad hizo un llamamiento y llegaron, especialmente al entorno de la «Rue d'Emboque d'Or», muchos comerciantes extranjeros. Jacques Couer, fue uno de ellos y fue especialmente reconocido porque estableció vías de comercio hasta el levante mediterráneo. Es considerado un propulsor de la arquitectura por su palacio en Bourges. Actualmente en el patio de esta Maison («Rue des Trésoriers de France nº 4) se encuentran unas escaleras sobre trompas construidas en 1676 similares a las del Hôtel de Manse (Rue Embouque d'Or, 4) de 1667–1669, ambas realizadas por el cantero Antoine Arman. La cercanía entre ambos inmuebles ha dado lugar a malentendidos en la bibliografía (ver nota 5).
7. «Poids du Roi» era la balanza pública por la que todos los mercaderes tenían que pasar para establecer y regular los precios de sus mercancías.
8. Este hôtel también posee en su interior otra trompa que atiende al modelo de trompa (de medio punto) en dos paños. Este tipo de trompas no son desarrolladas en el tratado de Alonso de Vandelvira.
9. Más curioso es el índice del Tratado de Juan de Torija (1661) donde el autor dice que en el cuarto capítulo del tratado de Philibert de l'Orme encontramos: «trompas, que llaman de Monpiller».
10. Aquí se refiere a las trompas. En el tratado de Gelabert «pitxina», en el de Ribes «patxina» y en el de Portor y Castro «pechina».
11. Dibujo que muestra el desarrollo de las testas de cada una de las dovelas.
12. En el tratado de J. Gelabert (Rabasa 2012, 302) también se presentan problemas similares de entendimiento.
13. Vandelvira mezcla indistintamente los tipos de trompas. A excepción de 10v.–12v. que son trompas a partir de proyección ortogonal (Palacios 1990, 23) y la 13r, el resto del capítulo son trompas cónicas.

Lista de referencias

Aranda Alonso, María. 2015. «Alonso de Vandelvira y Philibert de l'Orme. Dos tratados, dos maneras». *BSAA arte*, 81: 99–121.

Barbé-Coquelin de Lisle, Geneviève. 1977. *El tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira. Edición con introducción, notas varias y glosario hispano-francés de arquitectura*. 2 vols. Albacete: Castalia.

Chéreau, Jean. 1567–1574. *Livre de l'architecture*. Manuscrito. Gdansk: PAN Biblioteka Gdańska.

D'Aigrefeuille, C. 1738. *Histoire de la ville de Montpellier. Depuis son origine jusqu'à notre temps*. Montpellier: Coulet.

De l'Orme, Philibert. 1567. *Le premier tome d'architecture*. Paris.

Dérand, François. 1643. *L'Architecture des voûtes*… Paris: S. Cramoisy.

Escuret, Louis-Henri. 1961. «Les Vieilles rues de Montpellier. La rue Embouque d'Or». *Bulletin du Syndicat d'initiative de Montpellier*. 1º trim. Nº21.

Gentillâtre, Jacques. 1612. *Traité d'architecture*. Manuscrito. Paris: Biblioteca nacional de Francia.

Giraud, Louis. 1895. *Recherches topographiques sur Montpellier au Moyen âge, formation de la ville, ses enceintes successives, ses rues, ses monuments, etc*. Montpellier: Camille Coulet.

Jousse, Mathurin. 1642. *Le Secret d'architecture*… A la Flèche: G. Griveau.

Lacave, Mireille y Rose, J. P. 1977. *Illustrations du vieux Montpellier,* Avignon: Aubanel.

Lugand, Jacques; Nougaret, Jean y Saint-Jean, Robert. 1975. *Languedoc roman*: *le Languedoc méditerranéen*. Yonne.

Palacios González, J. C. 1990. *Trazas y cortes de piedra en el renacimiento español*. Madrid: Ministerio de Cultura.

Rabasa Díaz, Enrique. 2012. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Madrid.

Ribes [i Ferrer], Josep. 1708. *Llibre de trasas de vias y muntea*... Manuscrito. Barcelona: Biblioteca de Cataluña.

Simonín. 1795. *Tratado elemental de los Cortes de Cantería, o arte de la Montea*. Madrid. Imprenta de la viuda de Josef Garc.

Sournia, Bernard y Vayssettes, J. L. 1991. *Montpellier: la demeure médiévale*. Paris: Imprimerie National.

Sournia, Bernard y Vayssettes, J. L. 1994. *Montpellier: la demeure classique*. Paris: Imprimerie National.

Torija, Juan. 1661. *Breue Tratado de Todo Genero de Bobedas*. Madrid: Impreso por Pablo de Val.

Tosca, Tomás Vicente. 1727. *Tratado de la Montea y Cortes de Cantería*. Madrid: Imprenta Antonio Marín.

Vandelvira, Alonso de. 1575–1591. *Libro de traças de cortes de piedras*. Copias: Sombigo y Salcedo, Bartolomé. 1670 [¿] ETSAM: Ms. RAROS 31. (Facs. ed. Palacios González, J. C. 2015. Madrid: Instituto Juan de Herrera.) Lázaro Goiti, Felipe. 1646. Biblioteca nacional de Madrid: Mss/12719.

Vayssettes, J. L. 2015. «L'arc d'en Roqua». En Église *Saint-Roch de Montpellier. Présentation historique, artistique et littéraire.* Revista DRAC Languedoc-Roussillon, Collection Duo, 68–72.

Arquitectura medieval defensiva: la casa-torre en Navarra. Poder, linajes y territorio

Cecilia Ardanaz Ruiz

La Comunidad Foral de Navarra se sitúa al norte de la Península Ibérica; abarca una extensión de unas 1000 hectáreas y sus fronteras delimitan con Aragón, La Rioja, la Comunidad Autónoma Vasca y Francia. Se trata de una región de grandes contrastes geográficos y variedad climática, que se divide en tres regiones: Montaña, Zona Media y Ribera.

Estas construcciones medievales están condicionadas al entorno que le rodea, su clima y los materiales que éste les ofrece, ya que, a lo largo de la historia, el hombre ha buscado y aprovechado los materiales de su entorno: la facilidad para obtener y extraer los materiales ha sido siempre fundamental.

Las torres objeto de la investigación realizada se encuentran en la zona de la Montaña, que, a su vez, se divide en otras tres regiones: al noreste se localizan los Valles Pirenaicos, al sur, las Cuencas Prepirenaicas y situada al noroeste de la región, la Navarra Húmeda.

Esta gran diferencia climática hace que la arquitectura navarra sea tan diferente al tener que adaptarse en cada zona a las necesidades que el clima le suscita, relacionándose con el entorno y los materiales que allí se encuentran.

La piedra, material con el que se levantan las edificaciones del norte de Navarra, es abundante y resulta ser el material preferido para estas construcciones por ser perdurable, duro y resistente. También se encuentran elementos de madera, material que también abunda en esta zona, y que se usa conjuntamente con la piedra para entramados, saledizos, armaduras de cubiertas y solados.

Un aspecto relevante en la arquitectura navarra es lo que Leoncio Urabayen, en su libro La casa en Navarra (1929) desarrolla indicando un denominador común en toda la región y que afecta a todas las construcciones de cualquier época: la agricultura, un aspecto que influirá en gran medida junto al clima y el entorno, en la manera de construir y distribuir las edificaciones.

La Baja Edad Media

Navarra, entre los siglos XIV y XV, era un pequeño reino que buscaba salir de una regresión demográfica iniciada en el siglo anterior. Las oleadas de peste, las abundantes lluvias y los vaivenes políticos no facilitaron la mejora de esta situación. Era un reino empobrecido con buenos recursos naturales, gracias a lo cual la sociedad rural pudo mantener un nivel de vida algo más aceptable.

El reinado de Carlos de Evreux (1349–1387) fue muy ambicioso en política exterior. Mientras el patrimonio navarro se derrochaba sin control, y las grandes familias de linaje colaboraban en este proyecto consiguiendo a cambio méritos de guerra, la población se veía obligada a pagar más impuestos.

Es en este momento cuando se desarrollaron y asentaron los títulos nobiliarios. Familias que formaron grupos sociales dominantes, los cuales, poseían villas en las que la torre, era el mayor exponente de poder dentro de un sistema defensivo formado por

diversas construcciones que funcionaban unitariamente: torre, molino, ferrería, puente…

La situación social existente en ese momento provocó luchas entre estas familias, así como con los vecinos de tierras guipuzcoanas. Son las denominadas luchas banderizas que marcan este periodo y justifican los elementos defensivos de las casas-torre, siendo éstas el lugar donde vivían, se refugiaban y defendían de los ataques. Estas familias veían peligrar su calidad de vida y buscaban apoderarse del mayor número de terrenos posible para poder aumentar el control y la administración del territorio, y así poseer las ferrerías y el ganado (Caro Baroja 1971).

Carlos III, hijo de Carlos de Evreux, le sucedió en el trono (1387–1425). Fue un monarca más afable que trajo algo de tranquilidad a un reino mermado y desolado. Eliminó enemistados con los antiguos enemigos de Navarra, hizo acercamientos con los reinos vecinos y se casó con Leonor de Trastámara, que le abrió las puertas para entenderse con Juan II de Castilla. Pero a pesar de esto, no pudo frenar las guerras entre linajes.

Se eliminó la concesión de **méritos militares, pero** se mantuvo la entrega de méritos diplomáticos. Esto provocó la creación de nuevos condados, vizcondados e incluso, nuevos títulos nobiliarios para una nobleza cortesana ligada a la familia real, pero en su gran mayoría de origen bastardo, avivando los resentimientos entre los viejos linajes navarros, que no veían con buenos ojos los nuevos títulos.

Tras la muerte de Carlos III en 1425, debía sucederle Carlos, Príncipe de Viana, pero **éste,** tan solo tenía 4 años, por lo que fue su hija Blanca de Navarra (1425–1441), casada con Juan de Aragón la que lo ocupó. Juan II contaba con partidarios que le aclamaron como rey, pero los navarros preferían a Blanca en el trono, a su muerte en 1441, el trono debía pasar a manos de Carlos, pero Juan II no quiso ceder su posición de rey, originando el enfrentamiento que dividió definitivamente todo el reino en dos: los agramonteses, partidarios de Juan II, y los beamonteses, defensores del Príncipe de Viana.

En el año 1451, ambos bandos se entregaron a una cruenta guerra civil en la que las uniones y pactos por interés era lo más común. Ambos bandos fueron recibiendo villas y señoríos según su posición social, mientras Navarra, se iba empobreciendo de hombres y de recursos. El príncipe Carlos murió en 1461y dejó a su hermana Blanca como heredera al trono, siendo Leonor, hermana de Carlos, y Gastón de Foix, los preferidos por Juan. Fue en esta época de inseguridad y conflicto permanente cuando se multiplicaron las torres y casas fuertes en las pequeñas villas y aldeas, sobre todo, en la zona de la Montaña (Martinena 1980), renovándose las viejas torres nobiliarias y construyéndose otras nuevas.

Con la muerte de la princesa Blanca II, en 1464, Juan II en el trono y su hijo Fernando el Católico reinando en Castilla, los Beaumont vieron cómo se acababan las oportunidades de recuperar el reino. Juan II murió en 1479, sucediéndole Leonor en el trono, falleciendo pocos días después. A Leonor le sucedió Francisco Febo, que murió 3 años después, es entonces cuando el reino queda en manos de Catalina de Foix y Juan de Albret, últimos reyes propiamente navarros. El reino continuaba dividido y sumido en un profundo caos. El matrimonio, no apoyado por ninguna de las partes, intentó recuperar el patrimonio perdido, reuniendo a la nobleza para un nuevo intento de reconquista del reino apoyados incluso por destacados beamonteses.

Finalmente, en 1512, Fernando el Católico conquistó Navarra apoyado por un gran número de beamonteses, aquellos que anteriormente habían luchado en busca de la legitimidad de la monarquía navarra, ahora luchaban apoyando a los castellanos, mientras que los agramonteses, pelearon en favor de la dinastía navarra y la independencia del reino. Tras la conquista, Fernando ordenó la demolición de casas fuertes, castillos y torres. Este acto lo llevó a cabo en un primer momento el Cardenal Cisneros ante el temor de una posible sublevación de los partidarios del Antiguo Reino, rebelión que sucedió ese mismo año, y posteriormente, lo hizo Carlos V. Las sublevaciones se repitieron en 1516 y 1521. Este acto significó el fin de estas construcciones belicosas y el inicio de sus nuevos usos más pacíficos.

Palacios cabo de Armería

Los palacios cabo de armería constituyen una peculiaridad del antiguo Reino de Navarra. El linaje y el solar constituyen un binomio indivisible, esencial para comprender su significado. Pertenecer a un linaje significaba una herencia de sangre, un vínculo con un antepasado común que, además, era raíz de los privilegios que poseían.

Las familias nobles de esta época, se configuraban a modo de clanes. Una unión de parientes, vasallos, clientelas locales y criados, que trabajaban bajo la orden del cabeza del linaje al que le procesaban lealtad, le ayudaban en la defensa del territorio y en los conflictos con otros clanes. El solar, por su parte, comprendía las tierras y propiedades heredadas, constituyendo una unidad económica estrechamente ligada al linaje. Es el territorio el que da sustento y recursos económicos. Pero es, sobre todo, el elemento que da al linaje su arraigo en una zona y el lugar de origen de sus antepasados.

Se sabe que la calificación palacio cabo de armería, hace referencia a los solares de la nobleza más antigua. Son las propiedades de los caballeros considerados cabeza de linaje cuyo origen es medieval en su mayoría. Lamentablemente los documentos no aportan datos con exactitud sobre estos palacios y su origen en el tiempo, pero si se conoce que los propietarios de un palacio Cabo de Armería estaban exentos de pago de cuarteles y donativos, disfrutaban de la prerrogativa del asiento en Cortes y llamamiento nominal a éstas.

La casa-torre

La casa-torre, constituye el eje simbólico tanto del linaje como del solar. Como tal, refleja la dignidad de sus propietarios y se constituye como referente visual de la estirpe nobiliaria y su clan, de su origen, sus privilegios, su poder y el control del territorio en el que se emplaza. Esta tipología constructiva, tuvo una gran difusión en el territorio navarro a modo de símbolo e imagen del poder nobiliario.

En la zona de la Montaña Navarra quedan en pie varios ejemplares de casa-torre con rasgos góticos y cuya construcción pertenece a los siglos XIV y XV, siendo a partir del XVI cuando se dejaron de construir. Estas torres han llegado a nuestros días en estados de conservación muy diversos y con importantes modificaciones, otras se han perdido, aun así, gracias a las que si se han mantenido y a los documentos que de ellas nos hablan, podemos imaginar el gran número de torres que debieron de existir.

Las guerras banderizas marcaron este periodo histórico y con ello estas construcciones, justificando así los diversos elementos defensivos que estas tienen. Debemos pensar en las casas-torre, como aquel lugar donde las familias vivían, se refugiaban y donde se defendían de los ataques.

La planta baja se destinaba al ganado, el piso primero era el utilizado por la familia, lugar donde se situaba el fuego, el hogar. El segundo o más pisos se destinarían al almacenaje del grano. Las torres, generalmente, tenían un gran espesor de muros, a veces de más de dos metros y pocas y estrechas ventanas. Su fisionomía militar se veía más reforzada mediante el uso de otros elementos defensivos como almenas, saeteras, matacanes, barbacanas, murallas externas, fosos, etc., eran una expresión del poder emergente local.

El jefe de linaje debía responder ante sus obligaciones con la corona, así como proteger a los miembros de su clan, controlar el territorio en el que radicaban sus intereses y defenderlo. Es por esto que, si analizamos la ubicación de dichas torres, vemos como se levantan en las inmediaciones de ríos o arroyos, caminos y en el centro de los valles. La torre era el centro de coordinación del linaje que funcionaba conjuntamente con otros elementos como molino, ferrería, puentes, portales y pasos, y por ello, era necesaria una buena infraestructura viaria, una manera de regular las comunicaciones y obtener beneficios de ello; los portazgos (figura 1).

Tras la conquista del Reino de Navarra y su anexión a Castilla, las hostilidades entre las fracciones banderizas disminuyeron, la nobleza fue perdiendo su carácter rural y militar, primando el carácter cortesano y comercial. La vida se hizo menos precaria, y a

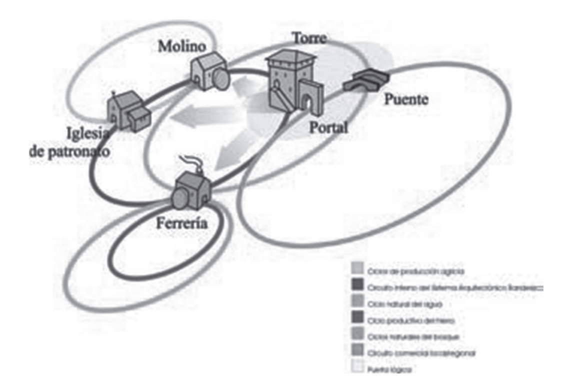


Figura 1
Esquema de las relaciones de las células productivas bajo dominio de la torre de linaje, elaborado por A. Azkárate e I. García Gómez

consecuencia de la orden de desmoche, las torres perdieron parte de su aspecto belicoso eliminando sus cadalsos y bajando su altura a un máximo de nueve metros, las ventanas se empezaron a ensanchar y las torres se fueron transformando en construcciones más parecidas a los caseríos o centros de labranza. En otros casos, se optó por la demolición completa de la torre para la construcción de nuevos edificios reutilizando, en ocasiones, materiales de las precedentes torres como las ventanas geminadas o los escudos de linaje. Otras, fueron abandonadas.

Arraioz, Baztán. Palacio Jaureguizarrea

Arraioz es una localidad del municipio de Baztán que se sitúa en la parte sur de dicho valle. Presenta una distribución algo dispersa en un territorio abierto y llano junto al rio Bidasoa. Los documentos nos hablan de que en este enclave existían desde antiguo 3 palacios señoriales y que aún hoy en día podemos visitar ya que se encuentran en buen estado de conservación. En el casco urbano de Arraioz, cerca de la iglesia, se localiza la torre de Bikuña, es el más antiguo de los tres palacios. Más alejado del casco urbano, cerca de la carretera se localizan los otros dos palacios, por un lado, la torre de Zubiria, pegada al rio, y frente a ella, pero separadas por la carretera, se encuentra Jaureguizarrea. Si analizamos brevemente su ubicación, podemos ver que los tres palacios se encuentran alineados entre sí, seguramente, para poder vigilar mejor el tránsito de personas y mercancías.

Esta torre, que durante mucho tiempo perteneció al clan de los Ursúa, clan de facción beamontesa que estaba alineada con los castellanos en tiempos de la conquista, se encuentra ubicada en un punto elevado del pueblo, dominando el antiguo camino que atravesaba de sur a norte el valle del Baztán, posiblemente, con esa idea ya mencionada de control de cruces y caminos. Es una torre con gran valor histórico y arquitectónico. Se trata de una típica torre defensiva medieval, seguramente desmochada en el siglo XV a la que posteriormente, se le añadió una superestructura de madera, que es la que hoy vemos. Es una de las dos únicas torres navarras que hoy en día conservan el cadalso de madera (figura 2).

La torre fue adquirida en 1988 por el fotógrafo Xabier Otero, que desde 1991 a 1996 realizó una consolidación y restauración casi integra del edificio



Figura 2
Jaureguizarrea vista desde la torre Zubiria.

que más adelante se explicará. Gracias a los documentos existentes en el archivo de la Institución Príncipe de Viana, redactados por dicha institución y le empresa encargada de la restauración, podemos conocer el estado del edificio antes de las diferentes intervenciones.

El edificio original mide 13,5 × 12,80 metros aproximadamente y presenta dos volúmenes añadidos posteriormente en los lados norte y oeste, y según hipótesis de Joseba Asirón (2009), posiblemente tuviera muralla perimetral. Está construida con piedra de buen tamaño procedente de las canteras de la zona, y los muros presentan la típica bicromía en rojo y ocre de las construcciones del valle. Los muros tienen un espesor de unos 86 centímetros, que en comparación con otras torres es bastante estrecho. Su superficie útil ronda los 130 m^2, siendo una de las más amplias, aumentando a 156 m^2 en la planta superior a consecuencia del cadalso.

En la memoria realizada en 1991 para el proyecto de restauración del conjunto y redactada por los arquitectos Jesús Muñoz-Baroja y José Gorritxo, se

describe el conjunto de la siguiente manera que aquí resumimos:

Al interior, el zaguán de entrada se sitúa en una de las esquinas de la planta baja, desde el que arranca una escalera a las plantas superiores, siendo de piedra en su primer tramo. En esta planta no existen divisiones y tiene 2 pilares de piedra.

Desde el descansillo de la primera planta se accede al salón principal, donde hay otros dos pilares de madera, que coinciden en ubicación con los del piso inferior. La distribución se realiza mediante tabiques de entramado de madera y relleno de ladrillo enfoscado. Desde el salón se accede a un baño, una sala y un pasillo distribuidor que da a dos habitaciones más. Desde la sala también se puede salir al balcón exterior y acceder a la cocina que se encuentra situada en uno de los volúmenes añadidos.

Con tramos irregulares, la escalera continúa hasta al desván, el último nivel donde encontramos una imagen diferente al resto, la estructura de los muros pasa a ser un entramado de madera y cierre de tabla: el cadalso. En el centro se sitúan dos hileras de pilares de madera de diferentes tamaños que no guardan relación con los de la planta inferior, sino que apoyan irregularmente en las dos vigas principales longitudinales. Una parte lateral de esta planta presenta un espacio cerrado con tablazón que sirve actualmente de granero y otro con tablazón y ladrillo que seguramente sea una antigua chimenea (figura 3).



Figura 3
Escalera antes de la restauración. Archivo IPV

Siguiendo la escalera se accede al bajo cubierta, donde hay 4 postes centrales que sustentan la torrecilla exterior o palomar, a la que se accede por otra escalerilla de mano. Aquí también se encuentra un espacio que coincide con citada chimenea del piso anterior. La estructura de viguetas que sustenta el suelo en las cuatro esquinas presenta una curiosa disposición en espiga. La torrecilla superior tiene un cierre semejante al existente en la planta de desván, con el mismo sistema de entramado y tabla.

El sistema constructivo se conforma por muros de carga perimetrales y estructura de vigas y viguetas de madera, a excepción de los dos pilares de piedra de la planta baja. Al nivel de suelo del desván se interrumpen los muros perimetrales sobre los que se sitúan 12 pilares de madera que soportan la estructura de bajocubierta y cubierta. El desván, está cerrado al exterior con un sistema de vigas de madera longitudinales, que presenta restos de labra, sobre el que se apoya un entramado de madera irregularmente colocado que configura una de las características más significativas en la imagen de la torre. La estructura de postes y vigas que sustentan el desván y el palomar al exterior es bastante compleja y se encuentra en estado precario. La cubierta es de 4 aguas tanto en la torre como en el palomar (figura 4).

Al exterior, el muro oriental alberga la fachada principal del edificio. La puerta, algo descentrada, probablemente para facilitar el arranque del patín de madera que hoy se encuentra desaparecido y que daría acceso en recodo a la puerta alta original situada en la fachada meridional (Asirón 2009), tiene un cerramiento que gracias a investigaciones de Pello Esarte, sabemos que procede del desparecido castillo de Amaiur, expoliado tras la toma de los castellanos en 1522, y de donde debió llevársela Martin de Ursúa, dueño de Jaureguizarrea, bien como premio o botín. Al interior, esta puerta está compuesta por una estructura de madera reforzada con travesaños y una



Figura 4
Vista de la estructura del techo del desván. Archivo IPV

pesada tranca de hierro macizo. A su alrededor, en el muro, hay varias saeteras que en algunos casos tienen ensanchamientos que servían para adecuar su uso a las nuevas armas de fuego.

El lado septentrional queda oculto por la construcción que se adoso por este lado. Un caserío con funciones exclusivamente residenciales, posterior a la edad media, quizás de la segunda mitad del XVI que responde a las nuevas necesidades de espacio y al cambio de mentalidad hacia e un mayor confort, originado principalmente por las nuevas condiciones de seguridad. Durante la restauración de esta parte de la torre aparecieron restos de una antigua ventana geminada transformada en puerta en el momento de la construcción del ala aneja situada en la segunda planta (Asirón 2009) (figura 5).

En el lado occidental encontramos otro bloque añadido, más bajo que a torre y que en origen se usaba para labores agropecuarias secundarias. En la planta baja hay otra puerta que da acceso directo a la torre, cuya presencia resulta extraña ya que no es habitual la presencia de dos puertas bajas en esta tipología arquitectónica. Se podría pensar que fue en origen una poterna o portillo de escape, pero las proporciones superar el tamaño que suelen tener (Asirón 2009) (figura 6).

En el frente meridional se ubican las estancias más relevantes. La planta baja queda casi oculta por un murete que sirve como sistema de apoyo mediante contrafuertes de piedra a la terraza donde encontramos la puerta alta, que se abre mediante jabalcones, hacia el ángulo derecho y que afecta tanto a este muro como al frente contiguo.

El cadalso de la torre es de una altura, más el palomar y se alza sobre el propio ancho mural, sin otros soportes ni apoyos intermedios. Las tablas van por dentro, dejando al exterior los travesaños de madera, a excepción del que ocupa la posición central, que queda por debajo del tableado, en posición algo más retrasada del resto. Para el correcto atirantado de esta estructura y para aumentar su rigidez, dispone de fuertes jabalcones de diseño curvado que aparecen pareados. En el segundo orden de tablas se aben tres pares de ventanas geminadas por lado, rematadas con arquillos mixtilíneos de raigambre rebajada. En origen, se cerraba mediante un sistema de contraventana corredera en madera según cuentan los propietarios (Asirón 2009), pero en la restauración no fue posible recuperar este sistema.

Es posible que, en origen, el cadalso ocupara los 4 lados de la torre, y tuviera una imagen diferente a la



Figura 5
Vista trasera con los añadidos. Archivo IPV



Figura 6
Muro occidental y meridional. Euskomedia

actual, quizás más parecida al cadalso de la torre de Donamaria. A día de hoy se conservan íntegros los lados meridional y oriental, el occidental se sustituyó por mampostería, y se eliminó el lado oriental.

Tanto Joseba Asirón (2009) como Martinena (1980), parecen coincidir en que la funcionalidad de esta torre ha sido sobre todo residencial. La incorporación de edificaciones y estructuras de madera, que responden a ámbitos frescos, secos y ventilados, ideales para la función agropecuaria, se entremezclan con soluciones exploradas por la castellología real en sistemas no siempre defensivos. Lamentablemente, las muchas transformaciones que se han dado en estas construcciones nos impiden saber con claridad como integraban estas soluciones a la estrategia de defensa (figuras 7 y 8).



Figura 7
Cadalso antes de la restauración. Archivo IPV



Figura 8
Imagen actual del cadalso y acceso elevado

Criterios de actuación en la restauración

En la restauración de la torre, iniciada en 1992, se marcaron unos criterios de actuación lo más respetuosos posibles con el edificio, intentando conservar al máximo las características del mismo y aplicando el mayor rigor conservacionista en la propia torre. Al tener los añadidos, se permitió un margen de intervención mayor sin alterar el carácter general del conjunto.

El encargo buscaba dotar al conjunto de los espacios y servicios necesarios para que el propietario, pudiera realizar sus actividades laborales tales como son el diseño y la fotografía, así como para el uso del edificio como vivienda.

Al interior, la solución adoptada en la propuesta, dada la imposibilidad de mantener la escalera de madera, impracticable para las necesidades actuales, partía de la construcción de una nueva situada en el caserío añadido, con el fin de no modificar el interior de la torre principal.

En la propia torre los trabajos principalmente se centraban en la consolidación y refuerzo de la estructura existente. La intervención de mayor envergadura era en la planta del desván, donde se proyectaba la sustitución de los pilares situados irregularmente que sustentaban el palomar por otros cuatro que recogiesen los correspondientes de la planta superior.

Se buscaba mantener todo aquello que fuera posible, pero si tras una inspección de los elementos, resultaba que estaban en mal estado, se sustituirían o reforzarían con otros elementos de características similares y compatibles. En el proyecto, se mencionan los dos pilares de buena sección susceptibles a un análisis, ya que uno de ellos, presentaba una sección muy disminuida a consecuencia de un cajeo a modo de hornacina realizado en el mismo y que probablemente, habría que sustituir. Así como las vigas principales sobre las que estos pilares apoyaban, las cuales se reforzarían con platabandas metálicas y resinas epoxi.

En el nivel de desván había dos vigas rotas en la zona central que correspondían en planta con la torreta exterior. Para recoger las viguetas que apoyaban en ellas, se proyectó la sustitución de éstas, por sendos perfiles metálicos, ya que la luz de las propias vigas y viguetas no permitía su remplazo por piezas de madera.

La estructura de cubierta, tanto en techo como suelo, se encontraba en un estado bastante deteriorado,

por lo que se contempló la sustitución casi total de toda la cubierta exterior y de la tabla del suelo de bajocubierta.

Los suelos de las demás zonas de la torre se conservarían en todo lo posible, colocando encima de ellos una segunda tarima que nivelará y permitiera el paso de todas las instalaciones necesarias para su habitabilidad.

También se proyectó la realización de una trinchera que rodease todo el edificio a modo de aireación y drenaje para combatir la ascensión del agua por capilaridad.

En una primera fase se quiso habilitar por completo las plantas baja y primera, dejando el desván y bajocubierta pendientes de un posible futuro uso no determinado en ese momento.

Las soluciones de vivienda, instalaciones, etc., eran de tipo convencional; la calefacción mediante radiadores de agua caliente, se instalarían en la planta intermedia inicialmente, aislando los suelos de vivienda y desván, aprovechando así, el doble entarimado que evitaría pérdidas de calor por la zona no habilitada.

Al exterior, el proyecto mantenía intactas las fachadas de la torre propiamente dicha.

Respecto al cadalso, se proyectó la recuperación del primer paño correspondiente al alzado sur, que quedaba oculto bajo el muro rustico que lo cubría (figura 9).

En esta fachada meridional se quería eliminar el cobertizo del caserío de tipo gallinero, y colocar un acceso cubierto y protección en la zona de la cocina.

En la fachada oeste, que pertenece íntegramente al caserío adosado, se abriría una galería cubierta que, a modo de mirador, formase parte del salón principal de la vivienda. Se contempló también en esta zona algunos cambios puntuales en los huecos existentes, en función de la habitabilidad de la parte de vivienda.

En el desván del caserío, se quería regularizar el hueco superior, agrandándolo, respetando de esta manera la forma habitual de realizar esta terminación y se cerrar el hueco con una carpintería metálica hacia el interior, enfatizando el grosor del muro.

El proyecto de restauración de cubiertas indicaba la colocación de aislante sobre tabla, onduline sobre rastreles y teja curva, reutilizándose todas las tejas viejas como cobijas procurando homogeneizar el aspecto exterior de los tejados.

En 1995 se continuó con las obras restauración iniciadas anteriormente, terminándose en 1996 con la sustitución del entablado del cadalso, la construcción de la escalera de madera y el rejuntado de la fábrica de piedra en muros exteriores (figura 10).

Conclusiones

Al involucrarme en este trabajo sobre las torres, he podido observar la ausencia de estudios en profundidad que abarquen este amplio patrimonio navarro, e igualmente he advertido un insuficiente interés por su promoción y conservación. Pocos son los autores



Figura 9
Estado actual del cadalso en el muro sur tras la restauración



Figura 10
Estado actual de la torre. Euskomedia. Alberto Villaverde, 2004

que hablan de ellas, y cuando lo hacen, suele ser con una breve descripción, que, aunque importante para conocer el estado del bien en el momento de su publicación, no deja de ser breve y superficial. Gracias a autores como Caro Baroja, Martinena o el más reciente Joseba Asirón, que han ido un paso más adelante y han ampliado la documentación sobre esta importante arquitectura navarra, a día de hoy se conoce algo más.

La gran mayoría de estas torres son propiedad privada, y sabemos que a veces es complicado poder afrontar una restauración o el cuidado de un bien de esta envergadura. En el caso concreto de esta torre de Jaureguizarrea, tenemos la suerte que sus propietarios quisieron restaurarla intentando mantener su imagen al máximo, respetando así un patrimonio importantísimo como se ha podido comprobar en la memoria de restauración.

Con este trabajo y el que aún me queda por hacer, quiero dar a conocer esta tipología arquitectónica y revalorizarla, para que así, todos los navarros y no navarros podamos conocer nuestro patrimonio, nuestra historia y disfrutar de ella.

Lista de referencias

Altadill, J. [1934] 2005. *Castillos medioebales de Nabarra*. Valladolid: Maxtor.

Apezteguía, M. 2005. Torre Jaureguía en Navarra. En *Tectónica. Rehabilitación (I) Estructuras*. 18: 32–47.

Apezteguía, M. 2007. Rehabilitación de la Torre Jaureguía en Donamaría, Navarra. En *On Diseño*. 281: 178–189.

Asirón, J. 2009. *El palacio señorial gótico en la Navarra rural. Palacios de cabo de armería, torres de linaje, casas fuertes*.

Azkarate Garai-Olaun, A.; García Gómez, I. 2004. Las casas-torre bajomedievales. Análisis de un proceso de reestructuración espacial/territorial. En *Arqueología de la Arquitectura*. 3: 7–37.

Baeschlin, A. 1930. *La arquitectura del caserío vasco*. Barcelona: Canosa.

Caro Baroja, J. 1971. *Etnografía histórica de Navarra*. Pamplona: Aranzadi /Caja de Ahorros de Navarra.

Caro Baroja, J. 1982. *La casa en Navarra*. Pamplona: Caja de Ahorros de Navarra.

De Yrizar, J. 1929. *Las casas vascas. Torres-Palacios-Caseríos-Chalets-Mobiliario*. San Sebastián: Librería Internacional.

García Gainza, MC. 1980–1997. *Catalogo monumental de Navarra*. Pamplona: Institución Príncipe de Viana.

Martinena Ruiz, JJ. 1977. *Palacios Cabo de Armería.* Pamplona: Diputación Foral de Navarra / Dirección de turismo Bibliotecas y Cultura Popular.

Martinena Ruiz, JJ. 1980. *Navarra, Castillos y Palacios*. Pamplona: Caja de Ahorros de Navarra.

Martinena Ruiz, JJ. 1992. *Castillos de Navarra*. León: Lancia.

Martinena Ruiz, JJ. 1994. *Castillos Reales de Navarra (Siglos XIII al XVI).* Pamplona: Departamento de Educación y Cultura.

Martinena Ruiz, JJ. 2008. *Navarra, Castillos, Torres y Palacios*. Pamplona: Institución Príncipe de Viana.

Martinena Ruiz, JJ. 2009. Palacios Cabo de Armería, una peculiaridad de Navarra. En *Casas señoriales y palacios de Navarra.* Pamplona: Cátedra de Patrimonio y Arte Navarro, Universidad de Navarra.

Urabayen, L. 1929. *La casa navarra*. Madrid: Espasa-Calpe S.A.

Antecedentes constructivos de las estructuras en madera, realizadas entre los siglos XVI y XVIII, en la zona centro de Colombia. Revisión a las Arquitecturas vernáculas y desarrollos constructivos influenciados por tradiciones europeas de los siglos XIII a XVI

Gustavo Adolfo Arteaga Botero

En las últimas décadas, diferentes estudios realizados sobre las arquitecturas realizada después del S. XVI en la región central andina de Colombia, han mostrado particularidades de los elementos constructivos y sistemas estructurales desarrollados que evidencian diferentes escenarios, que al ser asociados con el contexto histórico global, muestran aportes significativos en cuanto innovaciones alcanzadas como resultado del fenómeno denominado genéricamente «Colonización Antioqueña» (Parsons 1949).

En estos escenarios, los constructores jugaron un papel destacado, ya que la falta de formación, los pocos recursos y las difíciles condiciones de los nuevos territorios, proponían un cambio dramático en las lógicas heredadas y traídas, y es acá, donde la «carpintería» como oficio que llega con los españoles después de 1492, se hace determinante en una serie de procesos hoy reconocibles en las arquitecturas vernáculas de la región, como es el Bahareque Caldense (Robledo y Flórez 2016).

De esta forma, la arquitectura sin arquitectos (entendida como la realizada por constructores sin formación académica y no es monumental), es inicio para conformar un espacio de investigación sobre las formas constructivas y procesos tecnológicos iniciados en el siglo XVI en territorio americano, que permitió el poblamiento de Colombia siglos después, y donde el contexto europeo, influencio de manera directa, condiciones poco tratadas o con pocos referentes estudiados.

En este sentido, las estructuras de madera construidas en España antes del S. XV, son posibles referentes que permiten asociación con las primeras estructuras construidas en América durante la colonización, siguiendo los contextos socio-culturales tan particulares que caracterizan dicho proceso; por lo cual, una revisión histórica y vinculación de hechos permitirá encontrar los escenarios de articulación de tradiciones y prácticas para encontrar los antecedentes de las lógicas constructivas que en la actualidad podemos reconocer.

Fenómenos durante la Colonia en Nueva Granada, que definen el escenario para la construcción de estructuras de madera

Después de S. XVI, cuando inicia el fenómeno de la Colonización Antioqueña (Parsons 1949), las estructuras construidas en suelo americano por los españoles se mencionan comúnmente, y las referencias en las crónicas de la época asociadas a las fundaciones tempranas de poblados, son demostración de la necesidad de estos elementos en la acción militar, que permitirán prácticas de control territorial después y la explotación de los recursos, siendo la motivación central del proceso.

El primer hecho destacable en referencia a las fundaciones en dicho periodo en la zona de interés, tiene que ver con que no se han encontrado poblados construidos por los indígenas que sirvieran de base para

la edificación de ciudades o poblados españoles; a manera de lo acontecido en México y Perú (Zambrano and Olivier 1993, 29). Lo que evidencia que los primeros lugares acondicionados para habitar por los colonos europeos, son obra de ellos usando posiblemente mano de obra indígena ya dominada y esclavizada (Bonnet Vélez 2009, 54).

Sobre el proceso de poblamiento, es claro que se inicia después que La Corona en 1508 ordenó poblar «tierra firme», pero solo hasta 1525 se pudo iniciar de forma notoria con la fundación de Santa Marta en el norte del país, lo que permitió «la penetración andina» (Aprile 1991).

Esta penetración que se extendió hasta 1560, se caracterizó por ser «la primera red de centros militares españoles» (Aprile 1991, 159), donde Cartagena (fundada en 1533) respondió a la idea de fuerte en franja de costa (Zambrano and Olivier 1993, 31), característica que ayuda a configurar los tipos de estructuras construidas durante ese momento y el uso.

A medida que se hacían otras fundaciones, los modelos de control territorial se debían transformar por el cambio de los lugares (figura 1), y es donde Sebastian de Belalcázar introduce la lógica de fundar villas de frontera entre las gobernaciones que componían los territorios de La Corona (figura 2) siendo Pasto en 1537, Anserma en 1539 y Neiva en 1539 fundaciones bajo dicha lógica.

Después, el poblamiento al interior de dicha frontera se dio con Cartago en 1540, Antioquia en 1541,

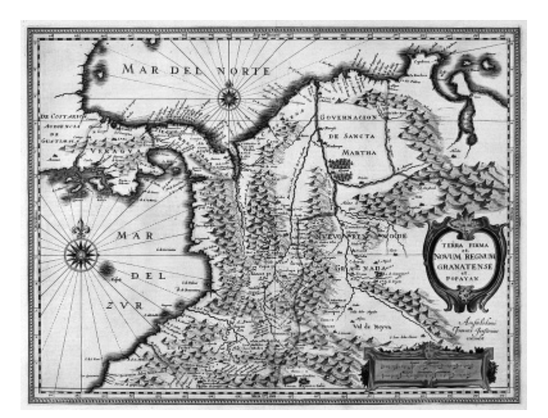


Figura 1
En cartografía de la época se muestra la importancia de la ruta del Valle del Cauca. Terra Firma et Novum Regnum Granatense et Popayan (Janssonius 1637)

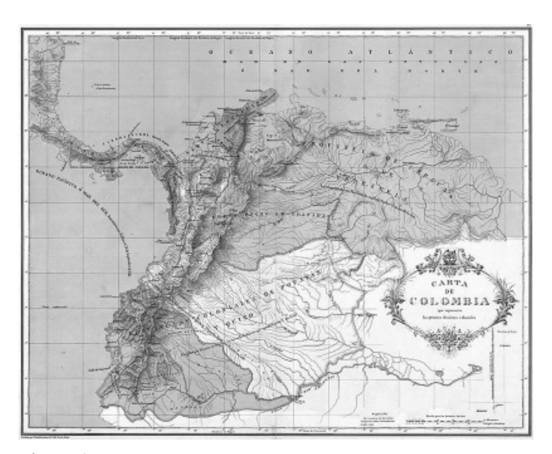


Figura 2
Primeras divisiones coloniales. Siglo XVI. Carta de Colombia[1]

Almaguer en 1555, Buga en 1554, Toro en 1573 y Caloto en 1543, y por último la consolidación con otras villas fronterizas como: Arma en 1542, Caramanta en 1557 y La Plata en 1154, entre las más importantes (Zambrano and Olivier 1993, 33).

Un hecho particular para este momento histórico, tiene que ver con las repetidas fundaciones de un mismo poblado, el cual debía ser desplazado territorialmente por los continuos asedios indígena y el caso de Cartagena es ejemplo, al ser fundada por lo menos en tres oportunidades en diferentes lugares, hasta quedar en su posición definitiva en 1533. Lo anterior es muestra delo dinámico de los procesos de conquista y colonización que se traducen en acciones militares de dominio prolongadas en el tiempo, transformando a su vez las necesidades y determinantes; siendo un hecho interesante que describe la consolidación de los conocimientos en términos de un proceso y donde las estructuras que se debían realizar son claro resultado:

> Pedro de Heredia llega a su gobernación en la hoy isla de Manga (bahía de Cartagena) (10 ene 1533 – feb 1536), derrota y aniquila a los indios de la zona en Yurbaco (hoy Turbaco) y funda su capital en el pueblo indio de Calamari, como ciudad de San Sebastián de Calamar (1 jun), rebautizada a finales de año como Cartagena de Indias (Colombia), y comienza a construir en ella el que será el mayor complejo de fortificaciones de América (de momento sólo una empalizada). También funda Mahates

(Bolívar; Colombia) (17 abr), que en 1538 recibirá en encomienda su hijo Antonio… *(Arce 2011)*.

Estructuras de madera que se construyen Europa (referentes)

Durante el periodo de interés planteado, se tiene registro en territorio europeo de estructuras de madera usadas para edificios militares y de vivienda (González and Santana 1998) desarrollados en varios pisos en lo que se denomina tipológicamente como «torre».

Tienen por lo general un basamento hecho en piedra el cual sirve de apoyo a una estructura principal en madera de la cual se fija un cerramiento también en madera y es soporte para el entrepiso, compuesto por elementos horizontales de tipo estructural (vigas), utilizadas para colocar los pisos en madera y de esta manera conformar el espacio básico arquitectónico. La cubierta se desarrolla utilizando armaduras de madera, donde la complejidad depende del tipo de uso y sobre esta, se coloca teja de barro simplemente apoyada.

La Torre Jauregia en el norte de Navarra (figura 3), es un ejemplo de lo descrito y en primera medida (por uso, materiales y contexto cultural), se puede asociar(por las necesidades que se tenían en época de la conquista en América en cuanto defender y asegurar los territorios en medio de la confrontación con las comunidades indígenas) en un escenario cercano, que en términos tipológicos y constructivos, se instalan como referente arquitectónico que pudo influenciar las edificaciones construidas décadas después en suelo americano, antes de las fundaciones de poblados (en una acción militar previa de asegurar y controlar), y donde los límites de las provincias y rutas de comunicación, son líneas obvias por las cuales «las torres» debieron aparecer en diversas adaptaciones, para hacer control de los territorios conquistados, acompañados de algún tipo de muralla que complementara las fortificaciones elementales al interior de la zona andina.

Otras estructuras que presentan uso especial de los materiales y de las técnicas constructivas durante el periodo de interés en territorio europeo, son *los molinos,* que se destacan con gran variedad de

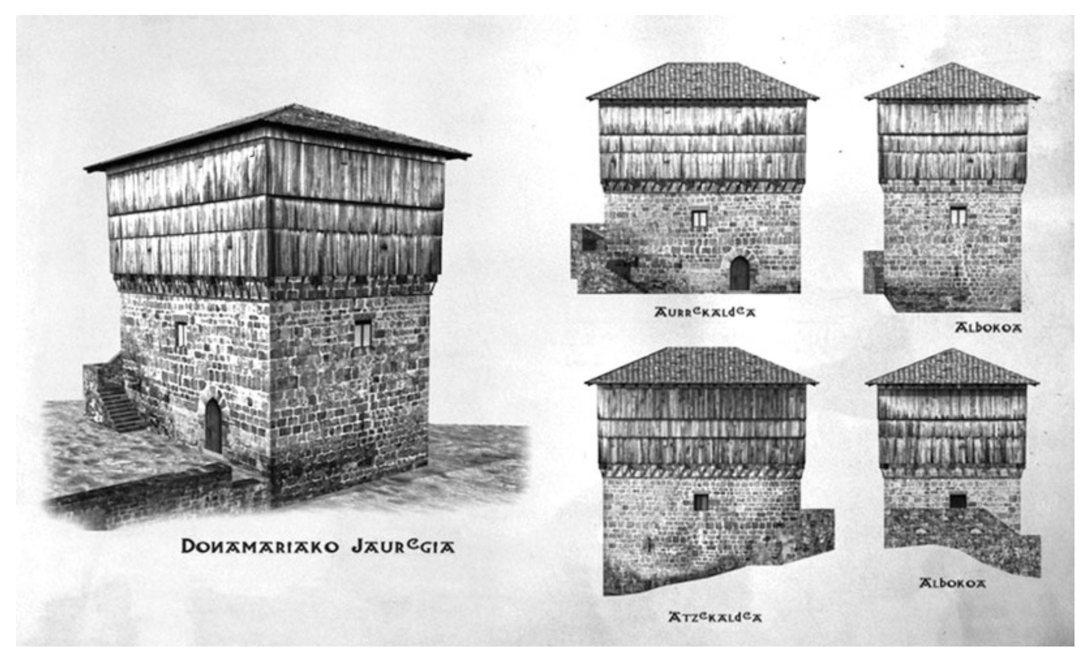


Figura 3
Torre Jauregia[2]

formas, de los cuales los «de mano» (figura 4), se presentan como un antecedente posible, ante la necesidad especifica que hay en el procesamiento para la extracción de oro en las minas, lo que también permite asociar las estructuras hidráulicas (Morís Menéndez-Valdés 1995), y donde el uso de la «torre» nuevamente (entendida como el desarrollo de pisos en altura) es un aspecto nuevamente de interés (figura 5), ya que la idea de segregación de las tareas en altura, es un elemento fundamental en la comprensión de la explotación minera en montaña en territorio americano.

Lo anterior es detallado en diferentes crónicas de la época y en 1826 es documentado en el norte del Cauca, en las estructuras usadas para «moler la tierra».

Memorias de Boussingault (Boussingault s.f.):

> El edificio en que se practican estas operaciones se halla en el declive de la montaña y se compone de una ramada capaz de contener una docena de operarios; en el piso bajo de ésta se ha hecho un hoyo circular de seis pies de profundidad y diez de diámetro. Alrededor de esta excavación diez mujeres (por lo común son las negras), cada una con una piedra de pórfido delante de sí, alta de dos pies é inclinada hacia el hoyo, se ocupa en moler el mineral con otra piedra…

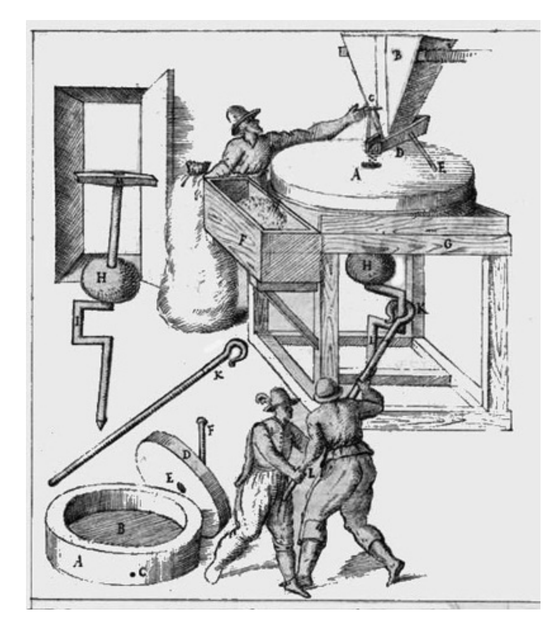


Figura 4
Molino de mano. Juanelo Turriano, Los veintiún libros, ca. 1605, fol. 308v[3]

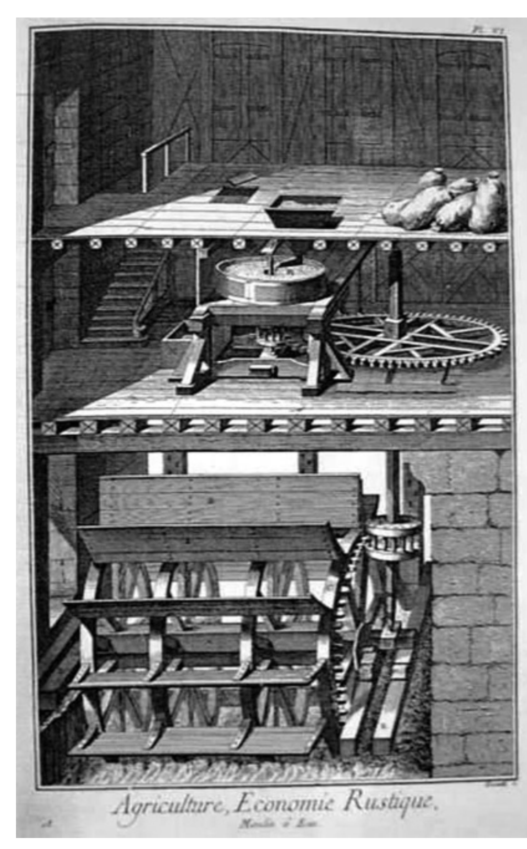


Figura 5
Molino de tres ejes. Encyclopedie de Diderot et d’Alembert, reedición de la editorial Hachette, año 1985, Vol. I[4]

Las tres estructuras referenciadas abren en términos teóricos, un espectro para comprender los escenarios en los cuales se pudieron hacer adaptaciones tipológicas y constructivas, y donde ya se plantea la necesidad de introducir referencias históricas que sumen argumentos al contexto cultural que hizo necesaria la construcción de infraestructuras especializadas para las actividades de conquista y colonia en América.

Aspectos constructivos y arquitectónicos para vincular características de las estructuras de madera

El vínculo que según los usos permite relacionar las estructuras que en teoría se construyeron en América, con las construidas en Europa (ver: Referentes que se construyen Europa), responden según lo tratado a tres fases con que la conquista de los territorios se debía dar. Según estas fases hay aspectos que se desprenden por el tipo de materiales y conceptos constructivos que se pueden enmarcar en:

a) Geometría de los volúmenes arquitectónicos.
b) Modulación con la que trabajan los materiales.
c) Materiales usados para los diferentes elementos constructivos.
d) Geometría y tipo de cubierta.
e) Forma como se relacionan los elementos constructivos (base, piso, entrepisos, cerramiento y cubierta). Los conjuntos estructurales.
f) Sistemas constructivos.

Siguiendo la metodología propuesta, se tienen argumentos para trazar los primeros vínculos que definen unos escenarios que desdoblan y detallan los conocimientos históricos trabajados en investigaciones recientes, donde la práctica de la carpintería como oficio(por parte de europeos en suelo americano) para la construcción de estructuras en madera con usos específicos en los territorios acotados de la zona andina, fue fundamental y siguiendo lo propuesto por Aprile (Aprile 1991) y Saldarriaga (Saldarriaga Roa 2016) en cuanto las formas generales en que los procesos de poblamiento específicos se vinculan con los hechos históricos de lo denominado Colonización antioqueña (Parsons 1949).

En este punto la investigación reciente de Robledo y Florez (Robledo y Flórez 2016) sobre le Bahareque Caldense, termina de conformar uno de los escenario teórico, que describe la importancia de las consideraciones de los procesos constructivo previos asociado a las prácticas de la carpintería en madera, lo que lleva a los investigadores a dedicar un anexo a contar por medio de entrevistas, el detalle de como las prácticas constructivas se hacen eje, en el desarrollo de lo hoy conocido como bahareque y resultante de una tradición no documentada, que es característica del oficio hasta entrado el siglo XX.

Los carpinteros del Bahareque Caldense como herederos de la tradición constructiva

Los procesos culturales de la colonización, difícilmente se hubieran podido consolidar sin la participación activa de múltiples oficios, donde los carpinteros tiene papel trascendental, y es acá donde «la arquitectura sin arquitectos» (Robledo y Flórez 2016, 47) se presenta como una característica de la arquitectura popular en general, pero que, para el caso específico del bahareque, son los «maestros» o «carpinteros de armazón» los herederos de una tradición que se asocia con el trabajo de las maderas y sus técnicas.

Esta tradición se encargó de tomar los procesos y de manera no documentada, fue desarrollando sistemáticamente los diferentes aspectos, de los cuales los edificios hoy en pie, son un tipo de documento por estudiar, de los cuales se pueden discriminar elementos y caracterizar las maneras para comprender los contextos que se asociaron de manera previa para consolidar las condiciones.

La relación entre: cubierta/estructura, estructura/cerramiento, cimiento/estructura, son los tres primeros conjuntos constructivos desarrollados, donde la lógica utilizada siempre paso por las consideraciones propias del carpintero desde: la modulación, proporción, técnica y herramientas; observables en tratados específicos como el de Jean Rondelet.

La cubierta pensada como una armadura compuesta (Rondelet 1812, 296–297) vinculada de manera específica para lograr el conjunto (ver figura 7) es una clara referencia que al comprar con lo construido en área



Figura 6
Estructura de madera para cubierta de vivienda en Bahareque. Modulación de elementos de madera para conformar la armadura. (Arango 2015)

de interés (ver figura 6),y muestra un sentido de tratamiento técnico y lógica constructiva similar, pero en una versión simplificada que denota algún tipo de limitación en cuanto: mano de obra, materiales a disposición, herramientas o tiempo para realizar.

En la relación: estructura, cerramiento y cimiento, la lógica que se observa con la cubierta es igual, y un alzado arquitectónico tipo (figura 8) nos permite ver lo descrito, en cuanto tratamiento del material (un elemento de madera determinado y modulado asociado con otros de misma naturaleza para desempeñar una función). El conjunto era variado para responder a otras funciones dentro de la obra y la lógica permite reconocer que el sentido tomado para el desarrollo, se enmarca en complejizar los conjuntos ya construidos en un claro proceso, donde la carpintería está presente para la realización de las estructuras.

En este punto, se plantea la necesidad de seguir haciendo vínculos específicos según los elemento, conjunto y sistema constructivos; a la luz de otros tratados, para seguir definiendo aspectos que nos permita comprender los momentos específicos donde los desarrollos técnicos se dieron, y de esta forma comprender la manera en que las estructuras realizadas en suelo europeo y documentadas de manera genérica en los tratados que llegaron a América durante la colonia, fueron influencia directa de las estructuras construidas para responder a las necesidades descritas, en donde las transformaciones hechas por los carpinteros locales, son aporte fundamental que permitieron décadas después conformar el campo de valoración que hoy es reconocible en el bahareque Caldense siendo la investigación de Robledo y Flórez clave al hacer el vínculo de arquitectura rural y carpinteros.

Notas

1. Representa las primeras gobernaciones: Castilla de Oro, Nueva Andalucía, Nuevo Reino de Granada (en el que está comprendido el Tolima), Popayán (incluye las ciudades de Neiva y La Plata). Allende el límite fijado

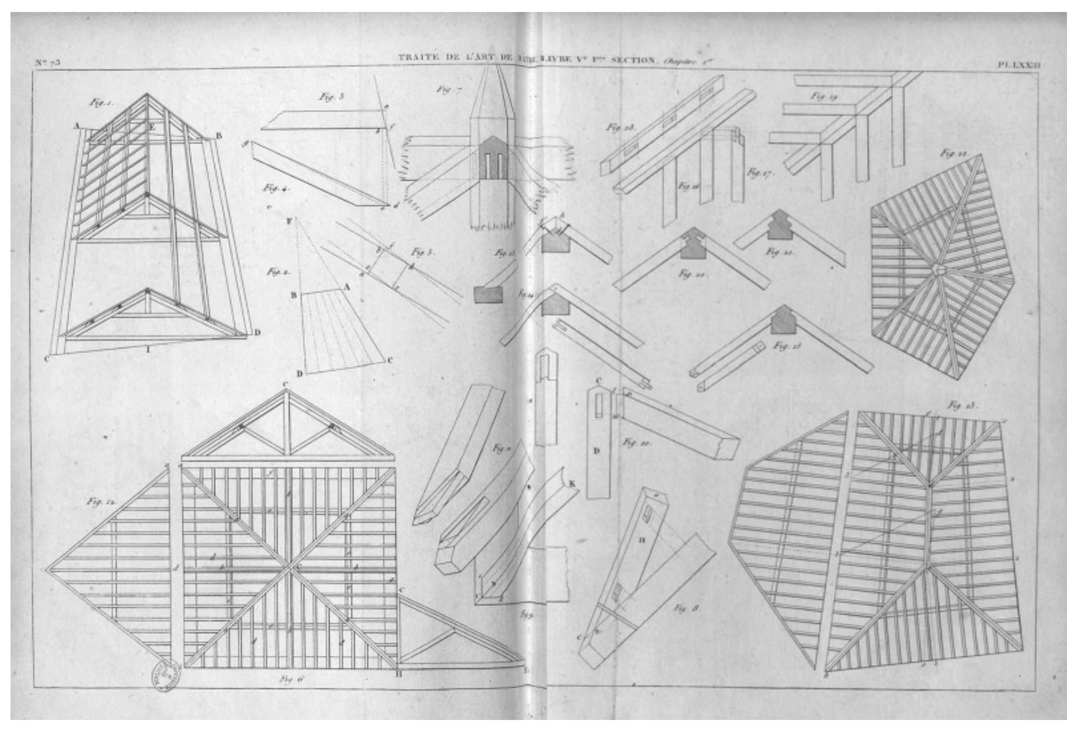


Figura 7
Detalle de los elementos constructivos en madera de las armaduras de cubierta según tratado de carpintería. (Rondelet 1812)

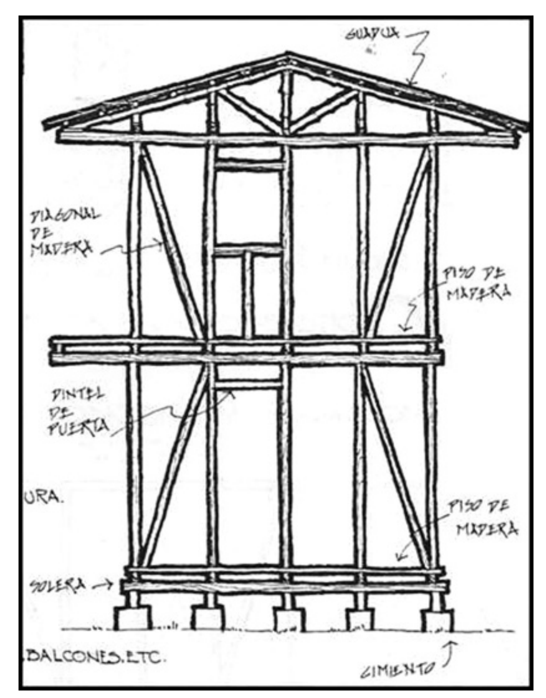


Figura 8
Alzado de estructura de madera en torre para vivienda. Sistema constructivo bahareque, donde se diferencian los conjuntos constructivos de: cubierta, estructura y cimiento. (Sarmiento Nova 2017)

por Francisco Pizarro en 1538 está la provincia de Quito. En (Descubrimiento Del Nuevo Reino de Granada | Banrepcultural.org 2017)

2. De: «El carácter defensivo de la torre de Donamaria también se puede apreciar en las saeteras o ventanas abiertas en el muro que se utilizaban para disparar flechas, y en su ubicación. Estratégicamente emplazada junto al camino y al río, se asienta sobre una atalaya desde la que se controla el acceso a la población. A pesar de su carácter defensivo, desde el siglo XVI fue utilizada como vivienda y hasta hace veinte años fue una casa de labranza. En la planta baja estaba la cuadra. En el primer piso vivían los inquilinos, y las plantas segunda y tercera – correspondientes al primitivo cadalso – se usaban como granero y pajar» (JAUREGIA en Donamaria. 500 años del guardián del País del Bidasoa | Casa Rural adaptada para las personas discapacitadas, n.d.)
3. Molino en DICTER 2.0: Diccionario de la Ciencia y de la Técnica del Renacimiento, n.d.
4. En (ENCICLOPEDIA DE DIDEROT Y D'ALEMBERT 2017)

Lista de Referencias Generales

Aprile, Jacques. 1991. *La Ciudad Colombiana*. Bogotá: Banco Popular.

Arango, Freddy. 2015. «Finca Buenos Aires, Ejemplo Del Paisaje Cultural Cafetero». En *La Patria*. http://www.lapatria.com/galerias/finca-buenos-aires-ejemplo-del-paisaje-cultural-cafetero.

Arce, Jordi Gibert. 2011. «Cronología Histórica - Año 1533». http://cronologiahistorica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1081:ano-1533&catid=24&Itemid=119.

Bonnet Vélez, Diana. 2009. «Entre El Interés Personal Y El Establecimiento Colonial . Factores de Confrontación Y de Conflicto En El Nuevo Reino de Granada Entre». *Historia Crítica* 5: 52–67. http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n39s1/n39Ea04.pdf.

Boussingault, Jean Baptiste. «Memorias» s.f. http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/memov1/indice.htm.

González, Juan Manuel, and Alberto Santana. 1998. «Los Primeros Palacios Del País Vasco. Inercia E Innovación». En *Ondare,* 17: 189–96. http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/arte/17/17189196.pdf.

Janssonius, Johannes. 1637. «Terra Firma et Novum Regnum Granatense et - Janssonius, South America, Colombia, 1637». www.vintage-maps.com/en/antique-maps/america/south-america/janssonius-south-america-colombia-1637::1111.

Morís Menéndez-Valdés, Gonzalo. 1995. «Ingenios hidráulicos históricos molinos, batanes y perrerías». *Ingeniería Del Agua,* 2 (4). http://www.ingenieriadelagua.com/2004/download/2-4/article2.pdf.

Muñoz Robledo, José Fernando. 2012. *Sistemas Constructivos Arquitecturas de Baja Altura en Manizales*. Manizales: Universidad Nacional.

Parsons, James. 1949. *The Antioqueño Colonization in Western Colombia.* Berkeley: Universidad de California.

Ramirez Bacca, Renzo, y Elidio Londoño Uriza. 2013. «Colonización, poblamiento y propiedad en el suroeste antioqueño. El caso del municipio de Jardín (Antioquia, Colombia), 1830–1931.» *ACHSC,* 40: 77–114.

Restrepo, Vicente. 1888. *Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia.* Bogotá: Imprenta de Silvestre.

Robledo, Jorge, y Gilberto Flórez.2016. *La arquitectura campesina del bahareque en Caldas*. Bogotá: El Ancora.

Rondelet, Jean Baptiste. 1812. *Traité Théorique et Pratique de l'Art de Bâtir*.

Saldarriaga Roa, Alberto. 2016. *Habitat y arquitectura en Colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo XIX*. Bogota: U. Jorge Tadeo Lozano.

Sánchez Gama, Clara Eugenia. 2007. «La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas». *Apuntes: Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 242–255.

Sanclemente Téllez, Juan Carlos. 2010. «La Colonizacion Antioqueña, el emprendimiento y su aporte a la competitividad regional y nacional». *Estudios Gerenciales* 26 (114).

Sarmiento Nova, Juan Manuel. 2017. *Tejiendo Historias de Mi Pueblo Salamina.* Accessed May 25. http://vivalanigua.blogspot.com.co/2015_10_01_archive.html.

Valencia Llano, Albeiro. «Campesinos pobres y señores de la tierra. Migraciones hacia el sur de Antioquia 1800–1900.» En *Historia y Memoria*, (6): 41–46.

Zambrano, Fabio, and Bernad Olivier. 1993. *El Proceso de Poblamiento En Colombia*. Edited by Tercer Mundo. Bogotá. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/90160/AVA_2.X/Entorno_de_Conocimiento/Ciudad_Territorio_Proceso-Zambrano_F-1993.pdf.

— 2017. «Descubrimiento Del Nuevo Reino de Granada». Banrepcultural.org. Accessed April 21. http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/carto/carto03.htm.

— 2017. «ENCICLOPEDIA DE DIDEROT Y D'ALEMBERT». Accessed April 20. http://www.romangordo.info/miscelan/molinos/his2_mol.htm.

— 2017. «JAUREGIA En Donamaria. 500 Años Del Guardián Del País Del Bidasoa | Casa Rural Adaptada Para Las Personas Discapacitadas». Accessed April 20. http://www.casaruralaccesible.com/2012/11/jauregia-en-donamaria-500-anos-del-guardian-del-pais-del-bidasoa/.

— 2017. «Molino En DICTER 2.0: Diccionario de La Ciencia Y de La Técnica Del Renacimiento». Accessed April 20. http://dicter.usal.es/lema/molino.

LAPIDES SIGNATI: Marcas, líneas y trazos de elaboración y colocación sobre elementos constructivos pétreos de las ciudades romanas de Ercavica, Segobriga y Valeria en la provincia de Cuenca

Javier Atienza Fuente

El proceso constructivo en la arquitectura monumental romana conllevaba habitualmente la realización de una serie de procedimientos diversos, cuyo resultado final era la obra arquitectónica. Fases como la extracción de materiales constructivos, su transporte hasta el lugar de trabajo, la labra de elementos decorativos, su replanteo en obra, su colocación y su fijación eran necesarias en toda actividad constructiva de cierta entidad. La ejecución de cada una de estas fases requería del uso de unas técnicas, métodos e instrumentos específicos y determinados que dejaron su correspondiente huella material en muchos de los diferentes elementos que conformaban la arquitectura de época romana.

Esta circunstancia es particularmente evidente en los numerosos elementos pétreos que, o bien han permanecido in situ hasta nuestros días, o bien han sido recuperados en el transcurso de intervenciones arqueológicas.

A lo largo del presente trabajo se mostrarán las conclusiones preliminares a las que se ha llegado tras el estudio y análisis de algunos de los elementos constructivos de las ciudades hispanorromanas de Ercavica, Segobriga y Valeria, todas ellas en la provincia de Cuenca[1], que presentan en su superficie diversos tipos de líneas, marcas y/o trazos derivados de su proceso de elaboración, control y colocación en obra.

El número de elementos arquitectónicos y/o decorativos pétreos que presentan marcas, signos, trazos, oquedades u otros símbolos susceptibles de ser analizados desde la óptica de su funcionalidad y finalidad es muy elevado en cada uno de los yacimientos estudiados y el análisis en su totalidad sobrepasaría largamente la extensión permitida en este artículo. Por ello, se ha hecho necesario seleccionar aquellos elementos más representativos de cada una de las tipologías de marcas para cada uno de los yacimientos arqueológicos.

El estudio llevado a cabo, que forma parte del trabajo de tesis doctoral del autor[2], ha podido determinar que este tipo de marcas sobre soporte pétreo en elementos arquitectónicos y/o decorativos se agrupan fundamentalmente en cuatro grupos principales[3]: un primer grupo, que reúne los trazos producidos durante el proceso de elaboración y labra y que está formado por los trazos de diseño y los trazos de elaboración; un segundo grupo, que aglutina las marcas o trazos derivados del proceso de montaje y colocación en obra y que incluye principalmente las líneas de replanteo y los trazos de alineación; un tercer grupo que tiene en cuenta las oquedades y cajeados realizados en los bloques para acoger distintos sistemas de elevación de las cargas y fijación de los elementos, y por último, un cuarto grupo formado por un conjunto muy heterogéneo de marcas cuya utilidad no se ha podido precisar con seguridad o bien pudieron haber servido para varios fines distintos. Dentro de este último grupo se incluyen las denominadas inscripciones o siglas de cantera, que aportan información sobre la organización y explotación de las canteras en la época romana.

Marcas de diseño y de elaboración

La elaboración de los elementos arquitectónicos o decorativos sobre soporte pétreo requería de una serie de operaciones técnicas cuyo objetivo era aproximarse cada vez más a la forma definitiva que finalmente iba a tener esa pieza (Atienza 2010). Este procedimiento se ayudaba de líneas y de trazos que guiaban el proceso de labra en cada una de sus fases.

Los trazos de diseño localizados en el transcurso de este estudio pertenecen a los yacimientos de Valeria y de Segobriga, no habiéndose encontrado ningún ejemplo claro en las piezas pertenecientes al yacimiento arqueológico de Ercavica.

En todos los casos, se trata de trazos incisos mediante una herramienta muy aguzada, posiblemente una punta trazadora metálica, que ha dejado sobre la superficie un surco de 2 milímetros de profundidad y entre 1,5 y 2 milímetros de anchura.

En Valeria se encuentra la mayor cantidad de elementos arquitectónicos que presentan incisiones que pueden ser atribuidas a la fase de elaboración. Un bloque paralelepipédico, muestra dos incisiones paralelas que recorren longitudinalmente su sobrelecho. Los trazos están separados entre sí unos 35 centímetros (figura 1).

Una basa ática hallada en las excavaciones del área forense presenta, en su toro inferior una incisión continua a lo largo de su zona central, la más sobresaliente, que lo divide en dos mitades exactas. Igualmente, una basa toscana, fuera de contexto, presenta un trazo similar en su toro, pudiendo haber servido de línea directriz para la delimitación del espesor y la labra de la moldura (figura 2).

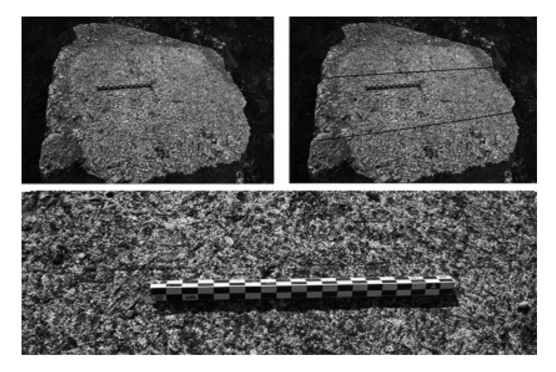


Figura 1
Bloque paralalepipédico del yacimiento de Valeria con dos incisiones rectilíneas paralelas trazadas en su cara superior. En la imagen inferior, detalle de uno de los trazos incisos.



Figura 2
Basa ática del yacimiento de Valeria con trazo perimetral inciso en el toro inferior. La imagen inferior muestra el trazo en detalle.

Un enorme capitel corintio, elaborado en caliza local presenta en la cara superior del ábaco dos trazos rectilíneos incisos que se cruzan perpendicularmente en el centro de la pieza[4].

En el caso de Segobriga, durante las excavaciones arqueológicas que sacaron a la luz los restos de un aula basilical de época flavia frente a la plaza forense, se recuperó una basa ática cuyo toro inferior muestra una incisión longitudinal que recorre todo su perímetro en punto más sobresaliente y con unas características en todo similares a las descritas anteriormente para el caso de la basa del yacimiento de Valeria (figura 3).

En el caso del capitel y del bloque paralelepipédico del yacimiento de Valeria, los trazos quedaban ocultos a la vista una vez que los elementos arquitectónicos eran puestos en obra. En el caso de las dos basas áticas, las líneas incisas quedaban ocultas bajo un ligero estucado blanco que suavizaba las superficies y las armonizaba cromáticamente. Restos de este estucado se en conservado en algunos elementos ar-

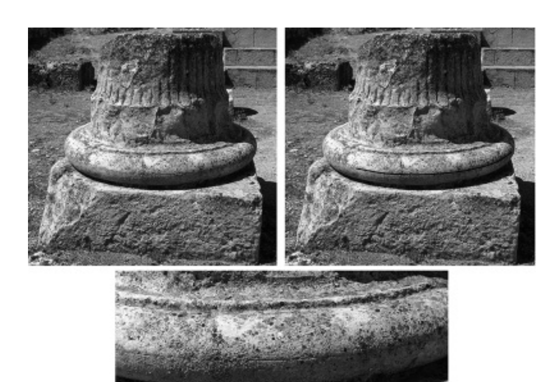


Figura 3
Basa ática del aula basilical en el área forense de Segobriga con incisión perimetral en su toro inferior. La imagen inferior muestra un detalle del trazo.

quitectónicos del yacimiento de Segobriga (Trunk 2008, 40).

Por lo que respecta a las marcas y trazos de elaboración, en el yacimiento arqueológico de Ercavica se ha localizado un conjunto de tres tambores de columna elaborados en piedra caliza local que presentan longitudinalmente y a lo largo de su superficie unos finos trazos circulares y paralelos entre sí todavía visibles (figura 4).

Aunque el origen y la finalidad de estas incisiones no se puede asegurar con rotundidad, es probable que su procedencia se deba al uso de un torno mecánico accionado mediante rotación, tal y como ha sido apuntado por el profesor Patrizio Pensabene también para algunas de las piezas del yacimiento de Segobriga (Pensabene 2013, 483). La presencia de estas marcas y su justificación aludiendo al uso de un torno de movimiento rotatorio constituye un dato de especial interés para el estudio del uso de ingenios mecánicos aplicados a la construcción en época romana y especialmente en los yacimientos conquenses[5].

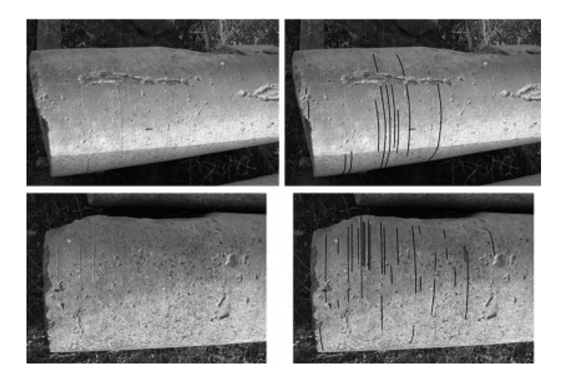


Figura 4
Trazos circulares y paralelos entre sí en una serie de tambores de columna en el yacimiento de Ercavica.

Marcas de replanteo y de alineación

La puesta en obra de los elementos arquitectónicos podía requerir, en ocasiones, la ayuda de trazos y líneas incisas que ayudaban en el traspaso del proyecto constructivo del plano o la maqueta a escala al propio terreno en el que se iba a edificar (Taylor 2006, 35–44; Wright 2009, 3: 7–9).

En este trabajo se han denominado como «de replanteo» a aquellas líneas o trazos incisos que conforman el contorno de las piezas o elementos que deben situarse justamente encima e indican su posición en el conjunto del edificio. Por otro lado, se han designado como «de alineación» o «de alineamiento» a aquellas líneas o trazos continuos que indican la posición a partir de la cual deben ser colocados un conjunto de elementos dispuestos en fila, uno junto a otro.

Es en los yacimientos arqueológicos de Valeria y Segobriga donde se encuentran los ejemplos más notables de este tipo de marcas, no habiéndose localizado ninguna incisión que pueda ser adscrita a esta tipología en el yacimiento de Ercavica.

En la basílica forense de Valeria se conservan los machones o pilares de sustentación de las columnas interiores que dividían el espacio en tres naves. Estos machones están formados por la unión de dos sillares hasta integrar una estructura de sección cuadrada. En el extremo superior de algunos de estos pilares se pueden observar una serie de trazos de replanteo, incisos, de entre 1 y 1,5 centímetros de anchura que, en algunos casos se presentan aislados, recorriendo longitudinalmente unos de los extremos del machón; en otros casos las líneas incisas forman un ángulo recto; otras veces se trata de incisiones paralelas; y, finalmente, en un caso se conservan las líneas incisas en tres de los lados de la superficie superior del machón (figura 5).

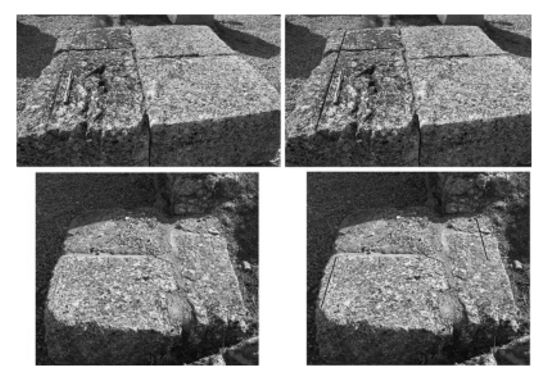


Figura 5
Imágenes de algunos de los machones de sustentación de la basílica forense de Valeria que presentan trazos incisos en su superficie superior.

Es en el yacimiento de Segobriga donde encontramos el mayor número de líneas o trazos de replanteo y de alineación. En el lado occidental de la palestra de las Termas Monumentales, centralizado respecto al muro de cierre, se encuentran los restos de lo que fue un pedestal para el apoyo de una estatua. Tan sólo se conservan los bloques que conforman la base de cimentación y algunas piezas molduradas de la cornisa inferior. En la superficie de la base de cimentación se conservan los tres trazos incisos unidos en ángulo recto en forma de «U» invertida que indicaban el lugar de colocación de los bloques de la cornisa inferior.

Junto al acceso escalonado del aula basilical segobrigense se conservan in situ algunos bloques paralelepipédicos, ligeramente desbastados y almohadillados, de la cimentación de la fachada principal del edificio. En el sobrelecho de uno de los sillares se aprecian los trazos en forma de «U» cuadrada que venían a indicar a los operarios que participaban en el proceso constructivo el lugar exacto de colocación del bloque o los bloques que componían la hilada superior.

En el flanco oriental de la plaza forense se encontraba el acceso a la basílica. Éste se realizaba a través de once tramos escalonados separados entre sí por pedestales que sostuvieron originariamente estatuas ecuestres. En varios de los bloques que conforman uno de esos pedestales ecuestres se han conservado los trazos incisos en zigzag que señalaban la ubicación de cada uno de los peldaños de uno de los accesos a la basílica. Estos trazos fueron realizados con puntero una vez que el pedestal estaba colocado en su lugar definitivo, y la superficie pétrea que quedaba en el interior de los trazos fue también rebajada con la misma herramienta para permitir un mejor encaje de los bloques que formaban los peldaños de la escalera (Figura 6).

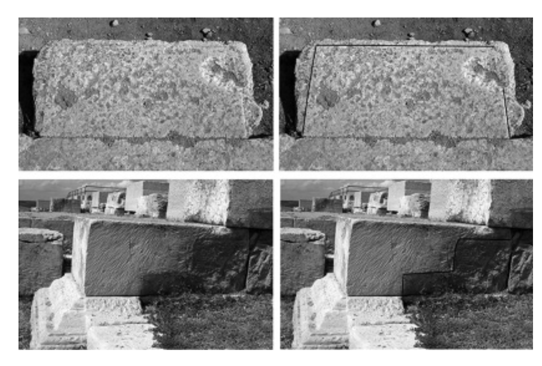


Figura 6
Trazos de colocación en el yacimiento de Segobriga. Arriba, un sillar de basamento del aula basilical con trazos para guiar la ubicación de los elementos superiores. Abajo, trazos para indicar la posición de los peldaños en una de las escalinatas de acceso a la basílica forense.

Sin dejar el yacimiento segobrigense, hay que hacer referencia a uno de los trazos incisos de alineamiento más claros y de más reciente descubrimiento (Ruiz de Arbulo, Cebrián y Hortelano 2009, 44; Abascal et al. 2009, 30). Se trata de una larga línea incisa en varios de los bloques de basamento que conforman la cimentación de la tribuna de los jueces en el graderío meridional del circo. El trazo completamente rectilíneo, de unos 10 metros de longitud, de 1 a 1,5 centímetros de anchura y alrededor de 0,5 centímetros de profundidad, afecta al menos a siete de los bloques inferiores del basamento. En este mismo flanco se han conservado algunos de los sillares pétreos de la segunda hilada de la fachada y éstos se encuentran perfectamente alineados respecto a la línea anteriormente mencionada (figura 7).

También en el área del teatro se pueden observar sillares de basamento de algunas estructuras que, al perder las piezas que sustentaba o que se apoyaban en él, han dejado a la vista algunas marcas de replanteo o de alineación en su superficie. En todos los ca-




Figura 7
Trazo longitudinal inciso en los bloques de basamento de la tribuna de los jueces del circo segobrigense para el alineamiento de los bloques de la hilada superior.

sos se trata de líneas rectas que pueden afectar a uno solo de los sillares, o bien a varios de ellos dispuestos consecutivamente.

En la zona del anfiteatro, algunos de los sillares del muro que delimita la arena en el flanco septentrional se han perdido, dejando a la vista los bloques del basamento en algunos tramos. Sobre estos bloques se labraron los trazos incisos que seguían la curvatura del muro de cierre y que afectaban a varios bloques seguidos. En uno de los tramos de bloques de basamento que han quedado al descubierto la línea labrada marcaba la alineación que debían seguir los sillares respecto al interior de la arena, mientras que en otro caso, los bloques de basamento presentan dos líneas incisas curvas y paralelas que marcarían el grosor de los sillares que se debían apoyar en él. La función de estas líneas queda fuera de toda duda ya que los sillares conservados in situ quedan perfectamente alineados respecto a las líneas incisas en los bloques del basamento (figura 8).

En el criptopórtico existente en el lado norte de la plaza forense existía originariamente una hilera de siete pilares cuadrados dispuestos en fila de tal manera que dividían el espacio en dos naves iguales. Cada uno de los pilares estaba constituido por varios sillares perfectamente escuadrados verticalmente. En la superficie superior de uno de esos pilares se ha conservado un trazo inciso, de forma cuadrada, que probablemente serviría para marcar la forma y ubicación exacta del elemento arquitectónico que debía ir apoyado en él.

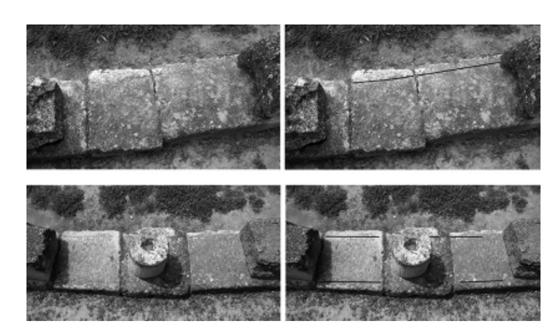


Figura 8
Trazos curvilíneos de alineamiento sobre bloques de basamento del podium de cerramiento de la arena del anfiteatro de Segobriga.

Por último, hay que hacer referencia a otros elementos arquitectónicos pétreos aislados entre sí y dispersos por todo el yacimiento arqueológico de Segóbriga que presentan trazos incisos en su superficie. Estos trazos son en todo semejantes a los descritos en todos los casos expuestos hasta ahora en lo que se refiere a su modo y manera de ejecución, sin embargo, su función y lugar original de ubicación no se pueden establecer con seguridad.

Marcas de elevación y fijación

A medida que el proyecto constructivo avanzaba en su desarrollo, se hacía necesario fijar en el basamento o en la cimentación algunos elementos de especial importancia en el edificio, prestando una atención específica a los elementos estructurales de desarrollo vertical como los pilares y las columnas, para evitar su oscilación o desplazamiento. Al mismo tiempo, la puesta en obra de los elementos constructivos de las zonas inferiores implicaba que la altura a la que se debían colocar las piezas sucesivas aumentara hasta alcanzar una cota en la que era necesario el uso de métodos y maquinarias auxiliares de elevación que permitieran un izado fácil y rápido (Adam 1996, 45–52).

En los tres yacimientos arqueológicos tratados a lo largo de estas páginas se ha documentado el uso de los mismos sistemas de elevación de cargas y de fijación de los elementos constructivos.

En cuanto a los sistemas de elevación se trata fundamentalmente de las pinzas, tenazas o garras y de las clavijas o castañuelas[6]. Por lo que respecta a los

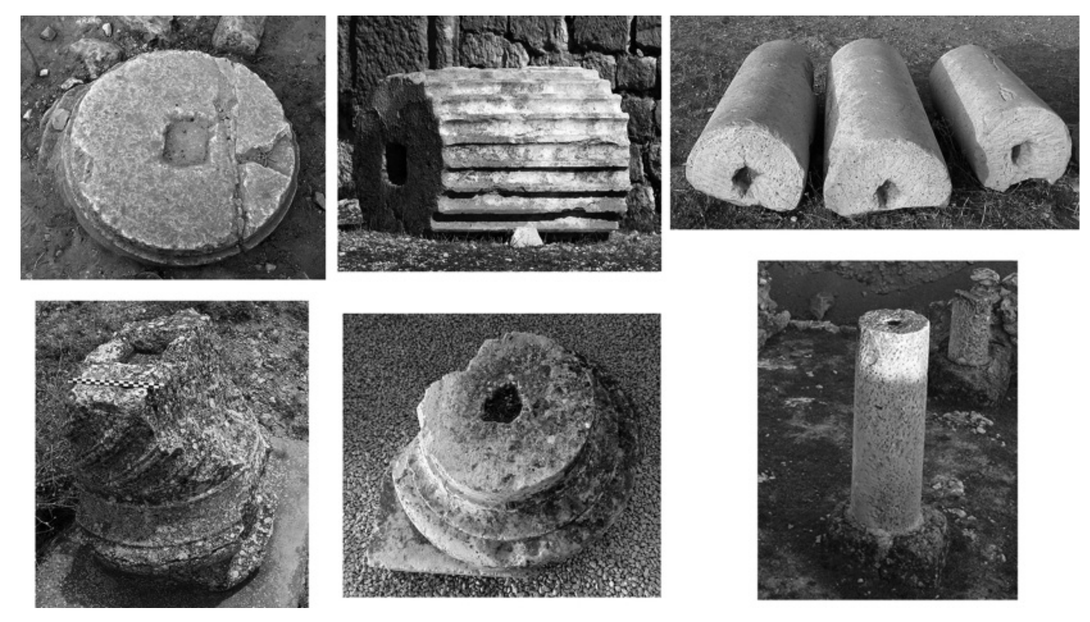


Figura 9
Elementos arquitectónicos con huecos realizados para el sistema de fijación. En la parte izquierda, piezas de Valeria; en el centro elementos de Segobriga; en la parte izquierda, objetos de Ercavica.

sistemas de fijación, se ha documentado ampliamente el uso del sistema de *polos* y *empolion* (Wright 2009, 3: 207), que consistía básicamente en la introducción de vástagos tanto metálicos como de madera encajados en huecos practicados al efecto tanto en el punto central del sobrelecho de la pieza inferior como en el punto central del lecho del elemento que se colocaba inmediatamente por encima. Las huellas dejadas por este sistema de fijación consisten fundamentalmente en huecos de sección cuadrada de entre 10 y 12 centímetros de lado y entre 15 y 20 centímetros de profundidad (figura 9).

El uso de pinzas o tenazas de elevación dejaba unas marcas características en los bloques pétreos que eran izados con este sistema. Comúnmente, se trata de agujeros de sección cuadrada o circular, que llegan a alcanzar varios centímetros de profundidad y de anchura y que se situaban en la parte central o superior del eje vertical de la pieza a elevar. Estos agujeros eran practicados frecuentemente tanto en la cara frontal como en la para posterior del bloque, aunque también podían ser realizados en las dos superficies laterales. El uso de este mecanismo de elevación requería que los bloques a izar tuvieran al menos las superficies en las que se practicaban los orificios perfectamente desbastadas y regularizadas. Por ello, la mayoría de los bloques que utilizaron este sistema de elevación corresponden a sillares, a elementos con tendencia a la forma paralelepipédica o bien a dovelas de arcos.

Por regla general, se utilizaba una tenaza o pinza para la elevación de cada uno de los elementos constructivos. Sin embargo, cuando la pieza a elevar resultaba muy pesada o voluminosa se podían utilizar dos pinzas de forma simultánea. En estos casos, los agujeros de sujeción abandonaban su posición centralizada respecto al eje vertical y se situaban cerca de los extremos laterales de la pieza (figura 10).

Con todo, el uso de las pinzas elevadoras quedaba limitado a la elevación de bloques de dimensiones y pesos más bien modestos, ya que su anchura no podía superar el límite de apertura de las garras de sujeción (Adam 1996, 53).

El sistema de elevación mediante clavijas o castañuelas precisaba también de la labra de un orificio rectangular en la cara superior, centrado y situado de forma precisa en el centro de gravedad de la pieza a elevar. La profundidad, anchura y longitud de este

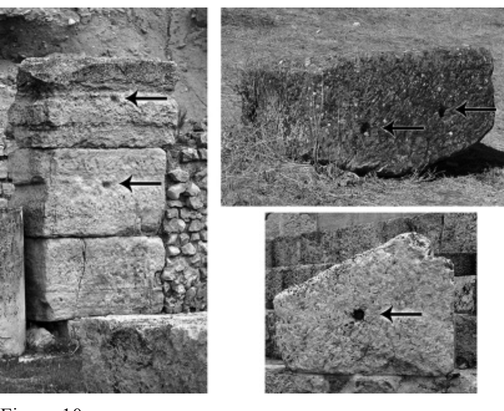


Figura 10
Elementos arquitectónicos con huecos practicados para su elevación con tenazas o garras. La imagen superior izquierda representa una pieza para cuya elevación se utilizaron dos pinzas simultáneamente.

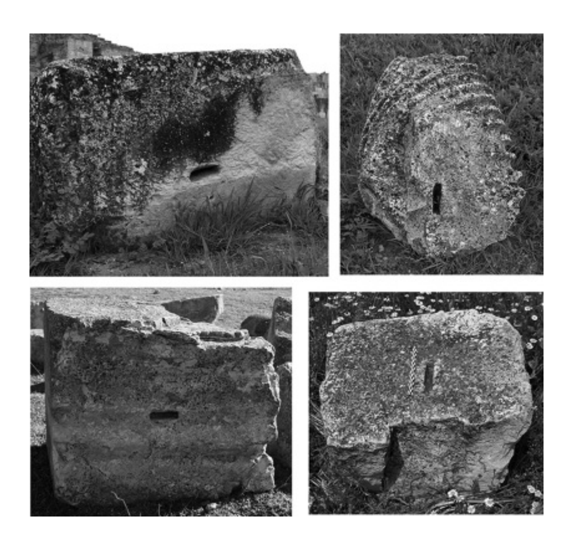


Figura 11
Elementos arquitectónicos con huecos practicados para su elevación mediante castañuelas.

orificio es muy variable, ya que dependía de la forma y del tipo de las castañuelas que se tenían que introducir en ellos. Este sistema podía ser utilizado para elevar todo tipo de elementos, pero su uso era óptimo en el caso de piezas con alguna de sus superficies laterales o frontales molduradas, como es el caso de elementos pertenecientes a cornisas o entablamentos, o también en el caso de basas, fustes, tambores y capiteles de columna cuya colocación requería una disposición vertical (figura 11).

Una vez colocada la pieza en su lugar definitivo, y especialmente en el caso de basas, fustes y capiteles, el orificio de las clavijas o castañuelas podría haber sido modificado, relabrándolo, para que sirviera para el sistema de fijación de *polos* y *empolion* al que se ha aludido en las líneas anteriores.

Para concluir este apartado es necesario hacer referencia a un sistema de fijación de elementos contiguos que, aunque bien conocido y usado durante prácticamente toda la Antigüedad, en los yacimientos estudiados en este trabajo tan sólo se ha localizado en una ocasión en Segobriga. Se trata del uso de abrazaderas en forma de doble cola de milano localizado en los restos de una estructura en forma de cista, denominada como tumba 10 (Abascal et al. 2008, 21–24), en la necrópolis augustea de la zona norte de acceso a la ciudad romana. Los bloques, conservados in situ, se disponen en ángulo recto y muestran en sus extremos laterales superiores las muescas labradas en las que se introducían las abrazaderas, probablemente metálicas.

El procedimiento consistía en labrar en cada bloque una muesca con la forma de la mitad de la abrazadera a introducir, mientras que en el bloque contiguo se labrara otra cavidad con la forma de la mitad restante de la abrazadera. Posteriormente se hacían coincidir las dos mitades y los dos bloques y, finalmente, se introducía a presión la grapa, aportando cohesión y unión a estos elementos. El procedimiento se repetía tantas veces como fuese necesario hasta alcanzar la forma que se desease.

Otras marcas y trazos. Las siglas de cantera

Algunos bloques pétreos exhumados durante las intervenciones arqueológicas en los yacimientos conquenses que se vienen tratando en estas líneas presentan en algunas de sus superficies algunas marcas que no pueden ser adscritas con seguridad a ninguna de las operaciones constructivas a las que se han hecho referencia en los apartados anteriores.

Aunque se puede apreciar cierta homogeneidad en las soluciones técnicas y en los métodos constructivos empleados tanto en Valeria como en Ercavica o en Segobriga (Atienza 2011), parece inevitable pen-

sar que las circunstancias materiales y técnicas propias del entorno de cada uno de ellos condicionasen el uso ocasional de otras soluciones y metodologías inherentes al proceso constructivo. Así, por ejemplo, el uso de palancas parece casi obvio y generalizado a lo largo de toda la historia de la civilización romana. No obstante, su empleo no siempre deja unas marcas claras en los elementos constructivos.

Es posible que las marcas observadas en algunos bloques del yacimiento de Valeria puedan deberse al desplazamiento y colocación de los bloques de una hilada superior mediante el uso de palancas que requerían puntos de apoyo y éstos se conseguían mediante la labra de unas finas ranuras en los bloques ya colocados de la hilada inferior. También se han identificado como marcas de apoyo de palancas unos orificios localizados en los sillares de la tribuna del graderío meridional del circo de Segobriga (Abascal et al. 2009, 30).

En Ercavica, algunos de los sillares que conforman uno de los machones que se intercalaban en el paño de muralla perimetral de la ciudad conservan en su cara externa una inscripción que se puede identificar como una sigla de cantera. La inscripción, que se compone de las letras [AIAIIS] está labrada en el interior de un área rectangular, a modo de cartela, finamente cincelada y pulida, que contrasta con el resto de la cara frontal de los sillares, que están ligeramente desbastados con el puntero o con el pico (figura 12).

Esta circunstancia vendría a indicar por un lado, que la inscripción fue labrada en cada uno de los sillares una vez que los bloques fueron extraídos de la cantera; por otro lado, que la inscripción fue ubicada en una zona de alta visibilidad de las piezas, es decir para ser vista y ser tenida en cuenta.

La presencia de siglas de cantera sobre bloques pétreos de materiales preciados o de gran calidad no es una circunstancia infrecuente en el campo de la construcción de época romana. Sin embargo, la presencia de este tipo de inscripciones sobre bloques extraídos en canteras de ámbito local y en materiales corrientes es un campo de incipiente investigación[9] y que, en el futuro, aportará una información muy valiosa para comprender el funcionamiento del acopio de materiales en el sistema constructivo, la explotación de los recursos naturales territoriales de las ciudades provinciales, así como también los sistemas de organización y gestión de las áreas extractivas.

A modo de hipótesis de trabajo, es posible que estas inscripciones o siglas de cantera hagan referencia bien a un área precisa dentro del área de extracción y, por lo tanto, podrían tener un valor contable y de

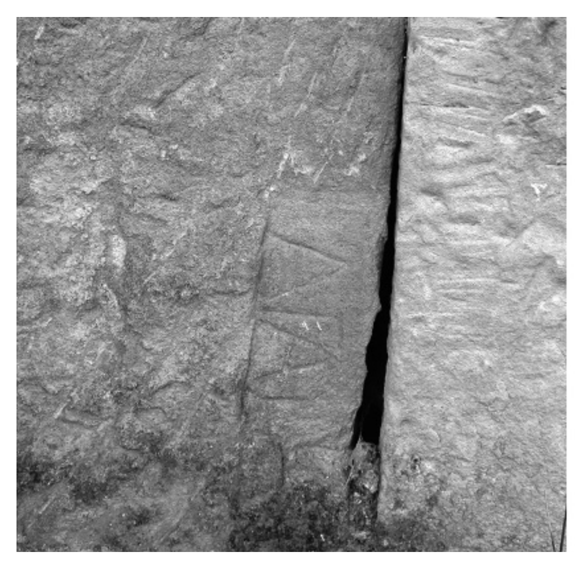




Figura 12
Bloques pétreos de Ercavica con siglas de cantera grabadas en su superficie frontal.

gestión, a efectos de cuantificar el volumen de material extraído en un determinado frente de cantera; o bien podrían ser indicaciones sobre el lugar y el modo de la puesta en obra de estos bloques.

Conclusiones

El estudio de las líneas, marcas y trazados de trabajo sobre elementos arquitectónicos es una temática de investigación relativamente novedosa y reciente. A pesar de ello, las reflexiones que de su estudio se derivan resultan muy interesantes tanto en el campo de la arquitectura como en el terreno de la arqueología.

La comparación de los trazos, signos y marcas en diferentes lugares, a veces muy distantes entre sí[10], pone de relieve la similitud o la divergencia de los métodos empleados en la construcción y el diseño de elementos arquitectónicos durante momentos distintos de la época romana. De la misma manera, un estudio de estas características viene a subrayar la pervivencia de unas técnicas constructivas, así como el abandono y desaparición de otras.

Los yacimientos arqueológicos estudiados han destacado la utilización de unos trazos, signos, líneas y marcas muy similares en todos ellos y la permanencia a lo largo del tiempo de los mismos sistemas de elevación y anclaje, especialmente en el caso de la arquitectura pública de carácter monumental.

Ercavica, que es quizás el yacimiento menos conocido y divulgado a nivel arqueológico de los aquí tratados, viene a aportar una serie de marcas y siglas únicas que suponen una base sólida sobre la que argumentar acerca del uso de máquinas complejas en la elaboración de elementos arquitectónicos, así como sobre la organización del sistema productivo y de aprovisionamiento de material constructivo pétreo.

Ello no quiere indicar en ningún caso que no se desarrollasen soluciones semejantes en los demás yacimientos tratados, sino que, simplemente, su uso no ha dejado huellas visibles en el registro arqueológico.

Notas

1. La extensión limitada de este trabajo impide hacer un encuadre histórico para cada uno de los yacimientos estudiados. Para Segobriga son imprescindibles los trabajos de Almagro-Gorbea y Abascal (1999) y Abascal, Almagro-Gorbea y Cebrián (2007); para Valeria puede consultarse Osuna et al. (1978); para Ercavica la obra más completa es Lorrio (2001).
2. El presente trabajo se encuadra dentro de la tesis doctoral que el autor está realizando con el título *La explotación de canteras locales en época romana y la producción de columnas y otros elementos arquitectónicos y decorativos pétreos en las ciudades romanas de la provincia de Cuenca* y bajo la codirección del Dr. Ricardo Mar Medina y la Dra. Ana de Mesa Gárate en el programa de doctorado en Arqueología Clásica de la Universidad Rovira i Virgili.
3. Para la clasificación de las marcas, trazos y signos se ha seguido en lo fundamental el trabajo magistral de Inglese y Pizzo (2014).
4. La totalidad de las imágenes pertenecen al archivo propio del autor. En el caso de elementos con líneas incisas se muestra primero una imagen del elemento y, a su lado, la misma imagen en la que se han resaltado los trazos para una mejor visualización por el lector.
5. La búsqueda del centro geométrico de este tipo de piezas complejas se ayuda de líneas diagonales y longitudinales que se cruzan perpendicularmente en un punto central, trazadas en las caras superior, inferior o en ambas.
6. El uso y funcionamiento de algunos de estos ingenios mecánicos en época romana y su aplicación a la actividad constructiva y a la elaboración de elementos arquitectónicos y decorativos pétreos se puede consultar en Atienza (2015).
7. Algunos de los sillares de esta segunda hilada muestran, a su vez, una incisión longitudinal en su cara superior, para el alineamiento de los elementos superiores.
8. Una descripción completa de la apariencia y el funcionamiento de estos sistemas de elevación de cargas nos la proporciona Adam (1996).
9. Sobre la problemática que comporta el estudio e identificación de siglas de cantera véase Soler (2013).
10. Trazos, marcas y signos muy similares entre sí y con una función similar, cuando no idéntica, se han encontrado no sólo en el territorio que comprendía la Hispania romana (Gutiérrez Deza, 2016), sino también en otras zonas como en Lusitania (Pizzo, 2016) o en Asia Menor (Inglese, 2016).

Lista de Referencias

Abascal, Juan Manuel; Almagro-Gorbea, Martín y Cebrián, Rosario. 2007. *Segóbriga, guía del parque arqueológico*. Cuenca: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Abascal, Juan Manuel; Almagro-Gorbea, Martín; Cebrián, Rosario y Hortelano, Ignacio. 2008. *Segóbriga 2007. Re-*

sumen de las intervenciones arqueológicas. Cuenca: Editorial Tabularium.

Abascal, Juan Manuel; Almagro-Gorbea, Martín; Cebrián, Rosario y Hortelano, Ignacio. 2009. *Segóbriga 2008. Resumen de las intervenciones arqueológicas*. Cuenca: Publicaciones del Parque Arqueológico de Segóbriga.

Adam, Jean Pierre. 1996. *La construcción romana, materiales y técnicas*. León: editorial de los Oficios.

Almagro-Gorbea, Martín y Abascal, Juan Manuel. 1999. *Segóbriga y su conjunto arqueológico*. Madrid: Real Academia de la Historia.

Atienza, Javier. 2010. Cantería y construcción pétrea en época romana. Una aproximación al estudio del trabajo de la piedra en la ciudad de Segobriga. En *Studia Academica. Revista de Investigación Universitaria* 16: 11–71. Cuenca: Centro Asociado a la UNED «Alfonso de Valdés».

Atienza, Javier. 2011. El papel de los talleres de construcción locales en la difusión de los modelos decorativos en época romana: los casos de Valeria y Segobriga en Cuenca. En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* 1: 83–95. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Atienza, Javier. 2015. Machinae: el uso de ingenios mecánicos aplicados a la actividad constructiva en época romana. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción* 1: 127–136. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gutiérrez Deza, María Isabel. 2016. Líneas de planeamiento en el templo romano de Córdoba. En *I tracciati di cantiere. Disegni esecutivi per la trasmisione e diffusione delle conoscenze tecniche*, 72–81. Roma: Editorial Gangemi.

Inglese, Carlo y Pizzo, Antonio, 2014. *I tracciati di cantiere di epoca romana. Progetti, esecuzioni, montaggi*. Roma: Editorial Gangemi.

Inglese, Carlo y Pizzo Antonio, 2016. *I tracciati di cantiere. Disegni esecutivi per la trasmisione e diffusione delle conoscenze tecniche*. Roma: Editorial Gangemi.

Inglese, Carlo. 2016. I tracciati di cantiere nelle province romane dell'Asia Minore. En *I tracciati di cantiere. Disegni esecutivi per la trasmisione e diffusione delle conoscenze tecniche*, 29–54. Roma: Editorial Gangemi.

Lorrio, Alberto J. 2001. *Ercavica. La muralla y la topografía de la ciudad*. Madrid: Real Academia de la Historia.

Osuna, Manuel; Suay, Francisco; Fernández González, Jorge; Garzón, José Luis; Valiente, Santiago y Rodríguez Colmenero, Antonio. 1978. *Valeria Romana I*. Cuenca: Caja Provincial de Ahorros de Cuenca.

Pensabene, Patrizio. 2013. *I marmi nella Roma antica*. Roma: Editorial Carocci.

Pizzo, Antonio. 2016. Observaciones sobre los trazados de obra de época romana en Lusitania. En *I tracciati di cantiere. Disegni esecutivi per la trasmisione e diffusione delle conoscenze tecniche*, 55–71. Roma: Editorial Gangemi.

Ruiz de Arbulo. Joaquín; Cebrián, Rosario y Hortelano, Ignacio. 2009. *El circo romano de Segobriga (Saelices, Cuenca). Arquitectura, estratigrafía y función*. Cuenca: Publicaciones del Parque Arqueológico de Segóbriga.

Soler, Begoña. 2013. Siglas y signos lapidarios en época romana. Una aproximación a su problemática. En *I tracciati di cantiere. Disegni esecutivi per la trasmisione e diffusione delle conoscenze tecniche*, 127–152. Roma: Editorial Gangemi.

Taylor, Rabun. 2006. *Los constructores romanos. Un estudio sobre el proceso arquitectónico*. Madrid: Editorial Akal.

Trunk, Markus. 2008. *Los capiteles del foro de Segóbriga. Evaluación tipológica y estilística*. Cuenca: Publicaciones del Parque Arqueológico de Segóbriga.

Wright, G.R.H. 2009. *Ancient Building Technology*. Vol. 3: Construction. Part I: text. Leiden: Editorial Brill.

Celosías de ladrillo en los secaderos de tabaco

Tamar Awad Parada

El análisis de las características constructivas de la arquitectura industrial del tabaco surge para estudiar una tipología con suficiente entidad, con cierta categoría formal, y por ser un ejemplo de arquitectura bioclimática de producción en el caso de los secaderos.[1]

El tabaco requiere para su elaboración de unos locales para el curado de la planta como paso previo a la fermentación; estos espacios son los secaderos de tabaco, que tienen un sistema de acondicionamiento climático específico debido a las posibilidades arquitectónicas de los patrones de ventilación de las fachadas de los mismos.

La exigencia de sinceridad constructiva es una característica de la arquitectura industrial, ya que los materiales se exponen en el modo real de ser utilizados. La sobriedad artística es otra constante en estos edificios, en los que prima la funcionalidad sobre el resto de parámetros.

Los ejemplos estudiados de secaderos son todos de fábrica de ladrillo. El ladrillo se emplea como el módulo principal para la elaboración de estos edificios, mostrando el aparato constructivo y compositivo de este tipo de arquitectura, haciendo explícitos los procesos acumulativos.

El avanzado deterioro que están sufriendo, hace que se estén perdiendo valiosos ejemplos de arquitectura industrial de producción, que por otro lado carecen de catalogación y documentación gráfica. Con la desaparición de las ayudas para el sector del tabaco, muchos están siendo transformados sin prestar interés a su valor constructivo. La rehabilitación en muchos casos es inviable y su transformación se hace necesaria, al estar enclavados en zonas rurales donde se requiere de espacios para almacenaje.

Estos edificios, tanto aislados como englobados dentro de conjuntos industriales, contaron con una extensa implantación en el territorio; y se caracterizan por una serie de valores paisajísticos y arquitectónicos, que los convierten en un documento esencial para conocer la evolución de las técnicas constructivas, en cuanto a materiales y tipos de estructuras. La arquitectura de producción refleja los avances de la industrialización, adelantándose al uso de materiales y tipos de estructuras, y condensa en una tipología específica las complejas relaciones entre producto, personas, y espacio. Para un correcto análisis de estas construcciones, es necesario conocer la estructura productiva, y el programa, y así entender la ordenación interior espacial.

Independientemente de su estado de conservación, estos edificios condensan innumerables valores simbólicos, artísticos, históricos y funcionales, destacando su carácter de vehículo transmisor del patrimonio intangible. El interés de los ejemplos analizados radica en la posibilidad de reutilización y adaptación a otros usos, los secaderos son construcciones versátiles que siguen cambiando de uso, transformándose en espacios que albergan diferentes actividades.

La producción del tabaco en España

El cultivo de tabaco surgió a finales del siglo XIX, en 1887, y se instauró definitivamente a principios

del XX. El curado de la planta, como paso previo a la fermentación, tiene lugar en los secaderos de tabaco. El proceso de curado influye en la calidad final del tabaco. En los tabacos negros, el curado depende del clima exterior. Las hojas de tabaco se introducen vivas en el secadero, donde van a tener lugar procesos de transformación físico-químicas. Las condiciones de humedad relativa y temperatura en el interior del secadero han de ser adecuadas para facilitar el proceso. En España, el tabaco se cultiva en siete Comunidades Autónomas: Extremadura, Andalucía, Canarias, Castilla y León, Castilla La Mancha, Navarra y País Vasco.

España es el tercer país cultivador de tabaco de la Comunidad Europea, por detrás de Italia y Grecia, con 40.991 toneladas contratadas para la cosecha de 2005. Y Extremadura, con el 85% de la producción, es la región española donde se concentra el mayor cultivo. El cultivo del tabaco se introdujo oficialmente en la campaña de 1923–1924, Los secaderos se convertirían desde entonces en una parte sustancial del entorno; y en el factor que más ha modificado el aspecto de la zona.

El secadero de tabaco: casos de estudio en Cáceres y Toledo

Los secaderos de tabaco analizados se ubican en el entorno agrario y rural de la zona del valle del Tiétar, al Norte de la provincia de Cáceres, así como en la zona de Talavera de la Reina en Toledo. Otros se encuentran en el casco urbano de algunos municipios, como consecuencia del crecimiento de los mismos, como es el caso de los estudiados en Calera y Chozas, en la provincia de Toledo. Esta zona es la que cuenta con mayor producción de tabaco, y posee numerosos ejemplos en diferente estado de conservación. Actualmente, el Centro de Procesamiento del tabaco está en Talayuela (Cáceres) y pertenece a CETARSA (Compañía Española de Tabaco en Rama S.A.) que es la mayor fábrica de transformación de tabaco en España.

Es la construcción donde se realiza la primera fase de producción del tabaco, el curado o el secado. Es un ejemplo de arquitectura agrícola de producción bioclimática, en la que influye el clima del territorio en el que se asienta. Estas construcciones cuentan con un gran atractivo y se presentan como elementos singulares reconocibles en las áreas a las que pertenecen. El problema es que, con la disminución de las ayudas de la Unión Europea al cultivo de tabaco, muchos de los secaderos han sido abandonados o transformados en almacenes, sin respetar su singular configuración y sus específicas características de fachadas permeables.

Aunque son muchos los secaderos existentes en España, la comunicación se centra en los realizados con fábrica de ladrillo, y los que están localizados dentro del área especificada anteriormente.[2]

Funcionamiento

El comportamiento del tabaco recién cortado en el secadero, es el mismo que si estuviera en unas condiciones de extrema sequía en el campo. La planta continúa viviendo de las reservas hasta que pierde totalmente el agua almacenada. Después del curado una cosecha de unos 15.000 Kg. de tabaco verde por hectárea se reduce aproximadamente a 2.000 Kg. de hojas parcialmente secas.

La planta de tabaco despuntada, sin flor, tiene 1,20 m de altura. Para evitar que la planta eche nuevos brotes, flores, se utiliza alcohol graso como desbrotador. Se hace manualmente, para no cortar todas las plantas a la misma altura.

En el curado influyen diferentes factores: la humedad, la temperatura, y la velocidad del aire en el secadero. Durante este proceso las necesidades de la planta van cambiando, pudiendo diferenciar tres fases: amarillamiento, secado de la hoja y secado de la vena.

Las plantas en los secaderos se cuelgan de unas cuerdas largas, desde la parte de arriba, con unos nudos, y las plantas se van cosiendo, enrizando, sin pisos de cuelgue. Cuando hay pisos de cuelgue, lo normal es que haya 2 ó 3 niveles. El tendido se hace de madera y alambre. Los secaderos se van llenando «a hecho», para aprovechar la humedad relativa. Las hojas del exterior se secan más que las interiores. Las interiores se curvan y van cogiendo un color más oscuro. Hay que dejar una separación entre manojo y manojo de hojas de unos 30 a 40 cm.

El tabaco Burley o negro es el curado al aire, en secaderos con celosías. Es un tabaco con mayor grado de humedad para que añeje o fermente dentro del secadero. El Burley está menos tiempo en el campo,

necesita menos agua que el tabaco rubio o Virginia. Necesita unas condiciones de 30ºC de Temperatura y una Humedad Relativa del 70–80% El tabaco Burley se seca en 2 ó 3 meses. El cuelgue de la hoja de tabaco suele empezar el 15 de agosto. Los secaderos de tabaco Burley tienen un respiradero en la parte superior, para favorecer la circulación del aire de abajo a arriba.

Condiciones principales que debe cumplir de un secadero

La calidad del tabaco y la homogeneidad del producto están ligadas al secadero. Según el manual de «Construye secaderos y mejorarás tu tabaco» publicado por el Servicio Nacional de Cultivo y Fermentación del Tabaco (1962) las pérdidas evitables de kilos de tabaco, se solucionarían: construyendo locales con la cabida proporcional al número de plantas cultivadas, colgando la cosecha con la compacidad adecuada a sus característica y desarrollo de la planta, y regulando las instalaciones y dispositivos de aireación para que la masa colgada cure en las condiciones de temperatura y humedad convenientes en cada fase del proceso.

En primer lugar, habrá que elegir un emplazamiento cercano a la vivienda del cultivador, que facilite la vigilancia del proceso, que disponga de un acceso adecuado para la carga y descarga de la cosecha. Será un lugar aireado, y alejado de acequias y charcas que puedan perjudicarle con su humedad, y con suficiente amplitud para orientar correctamente el local.

El suelo del secadero se ha de construir con materiales que lo aíslen de la humedad del terreno, normalmente con un solado de hormigón. Con objeto de almacenar una capa de agua y proporcionar la humedad al tabaco cuando sea necesaria, conviene que existan unas pequeñas balsas de 15 a 20 centímetros de profundidad rehundidas a lo largo del secadero.

Los cerramientos tendrán una altura de 5 metros. El espesor mínimo de los muros será de «asta y media» si se usa el ladrillo, con lo que se soluciona la estabilidad y el aislamiento necesario del interior del secadero con respecto a la variación de temperatura del exterior.

Los materiales y la construcción de la cubierta deben proporcionar el aislamiento interior: teja y cielo raso. Para establecer corrientes de ventilación en todas las direcciones del secadero, se construirán chimeneas en la cumbrera. Se abrirán huecos o ventanas en todas las fachadas y en gran número, para que la ventilación alcance todo el volumen del local.

El sistema de colgado de tabaco debe ser flexible y modificable. Flexible: permitiendo los movimientos para trasladar la carga del secadero cuando las condiciones del curado exijan una mayor o menor compacidad. Modificable: para ajustar el colgado del tabaco al desarrollo de las cosechas, a la época de su recolección y a otras variables.

Directrices para la construcción de secaderos

La forma de construir secaderos se ha mantenido de manera artesanal a lo largo de la historia. Los secaderos funcionan mejor cuando su volumen está entre los 1.000 m^3 y 2.500m^3. Los huecos en fachada o celosías se deben repartir entre la parte inferior y superior de las fachadas del secadero. Conviene que existan chimeneas para ventilación en la cumbrera de las cubiertas. Los materiales de los cerramientos deben proporcionar un aislamiento eficaz (adobe, rasillas macizas, ladrillo macizo y hueco). Aproximadamente la superficie de ventilación supondrá 30 m^2 por cada 500 m^3 de volumen útil del local.

Las plantas de tabaco se distribuyen en el interior del secadero de modo que no solapen ni se superpongan, atándolas por la zona del tronco más próxima al cuello de la planta. Normalmente se colocan en varios pisos de cuelgue, dependiendo de la altura del secadero y de la longitud de la hoja. Es necesario dejar unos 80 cm libres desde las plantas inferiores hasta el suelo y ese mismo espacio desde la última planta hasta la cubierta.

Los secaderos deben disponer de pasillos para la vigilancia. El número de plantas ha de ser mayor a 15 ó 20 plantas por m^3; ya que por debajo de esta cantidad provocaría un secado prematuro que daría lugar a tabacos arrebatados.

Según los documentos aportados por José García de Paredes, Subdirector Producción Agrícolas, Compras e I+D de CETARSA (Compañía Española de Tabaco en Rama, S.A.) las directrices para la construcción de secaderos de tabaco, son las siguientes:

Orientación del secadero

La situación del secadero está condicionada por la dirección de los vientos dominantes en la región, por esta razón, el eje longitudinal del secadero se situará perpendicular a la dirección dominante del viento con la intención de favorecer la ventilación cruzada, y que penetre la mayor cantidad de aire posible a través de los huecos de las fachadas, atravesando el secadero y saliendo por la fachada opuesta.

En los casos en los que la dirección del viento es variable, y no se puede establecer una dirección predominante, el eje longitudinal de la nave se hará coincidir con el eje Norte- Sur, para que el soleamiento de las fachadas laterales sea equivalente.

Dimensiones

La anchura es la dimensión más importante de un secadero, en ella influyen dos factores. En primer lugar, el tipo de estructura de cubierta, para conseguir espacios diáfanos y de mayores luces, que permitan la libre circulación de maquinaria y personas. Segundo, la capacidad de ventilación del interior del secadero, teniendo en cuenta que la anchura no debe ser excesiva para que resulte posible el paso del aire a través de las plantas colgadas. La anchura recomendable estará entre los 7,50 y 8,00 metros

Los secaderos son construcciones modulares. La longitud depende del número de veces que se repiten los pórticos o de la cantidad de módulos que hay en total. La dimensión de un módulo es la distancia entre pórticos, o la luz entre pilares. En muros de fábrica de ladrillo, lo recomendable es que la distancia entre soportes no sobrepase los 4 metros. Otro factor importante a considerar es el arriostramiento de estos pórticos en su sentido longitudinal.

Para dimensionar la altura, hay que tener en cuenta que estas estructuras deben soportar las cargas de viento y las de cuelgue de las plantas de tabaco, además deben disponer de un espacio de ventilación en la parte inferior, desde la última planta de cuelgue hasta el suelo del secadero, como mínimo de 0.80 metros, llegando hasta los 1.50 metros para poder regar y humedecer el ambiente del secadero sin dañar las plantas. Cada piso de cuelgue tiene una altura de 1.70 m de media. Para 2 pisos de cuelgue estamos entre 4.20 y 4.90 m desde el suelo hasta la cara inferior del forjado de cubierta, y entre 5.90 y 6.60 m para 3 pisos de cuelgue.

Aspectos constructivos

El suelo del secadero normalmente se realiza una solera de hormigón para aislar del terreno y evitar la humedad en determinados momentos. La solera tiene aproximadamente un espesor entre 10 y 12 cm, y se suele colocar sobre un encachado de piedra de al menos 10 cm de espesor. La estructura de fábrica de ladrillo necesita un apoyo intermedio, que divide el secadero en dos vanos. En estructura de palos, los soportes están formados por rollizos de madera, normalmente de chopo de un diámetro alrededor de 15–20 cm. En estructuras de fábrica, los pilares estarán entorno a los 35 y 50 cm. aunque dependerá del tipo de ladrillo utilizado (macizo, hueco, perforado).

Cimientos: En estructuras de palos los rollizos apoyan sobre piedra caliza, más o menos regular. En fábrica de ladrillo el cimiento lo constituyen zapatas corridas de 1.20 m de profundidad y con un espesor superior en 10 cm, al espesor del muro.

Cerramientos: El material más empleado como cerramiento de secaderos de fábrica es el ladrillo cerámico y la rasilla maciza. También se utilizaban el chamizo y las lamas de chopo para los secaderos de palos. El comportamiento aislante del chamizo y las lamas de chopo es prácticamente nulo; pero el ladrillo perforado tiene un coeficiente de conductividad térmica de 0.65 Kcal/mhºC, y el hueco doble de 0.42 Kcal/mhºC, coincidiendo con el de bloque de hormigón. Para un muro de ladrillo perforado de 12 cm de espesor el coeficiente de transmisión de calor será de 2,6 Kcal/m2hºC y de 2,06 para uno de ladrillo hueco doble.

Las cubiertas a dos aguas son las más empleadas en este tipo de construcción. Los materiales más utilizados en las cubiertas de los secaderos son: la teja cerámica y las placas de fibrocemento ondulado. Se recomienda la utilización de canalones continuos en los aleros, para evitar que las aguas de cubierta discurran por las fachadas y se concentren en la parte inferior del secadero. Además, se suele realizar una acera perimetral de hormigón de unos 60 cm con pendiente hacia el exterior del secadero.

Ventilación del secadero

Tradicionalmente la ventilación se producía a través de celosías o huecos de fachada y a través de chimeneas. Estos sistemas, al no poder cerrarse, no permitían regular la ventilación en el interior, lo que condicionó la aparición de sistemas accionables de cierre. Para evitar el desfase de ventilación entre zonas inferiores y superiores del secadero, producido entre otras causas por el recalentamiento de la cubierta, se hacía necesaria una mayor ventilación en la zona inferior del secadero, y la búsqueda de mejorar el aislamiento en cubierta. Los huecos superiores serán menores que los inferiores (figura 1).

La situación de los huecos de ventilación del secadero dependía de la colocación de los pisos de cuelgue del interior, y se distribuían de manera homogénea en las fachadas opuestas. Los huecos inferiores comenzarán a partir de una altura de 30 cm desde el nivel del suelo y tendrá una altura de 110 cm; el hueco superior será de 70 cm de alto, dejando libre una distancia de 180 cm. medida desde el alero.

Sistemas de cuelgue

Actualmente el sistema de cuelgue es por plantas, cogidas por el tallo con cuerdas o tomizas y éstas, a su vez, quedan atadas a las varas. Las plantas han de colgarse transversalmente al eje longitudinal de la nave, independientemente del sistema utilizado, de tal forma que el aire atraviese el secadero y entre por una fachada y salga por la opuesta. En el secadero las plantas se cuelgan de forma independiente en varios pisos; la densidad de plantas desciende conforme nos acercamos al nivel de suelo. La densidad de cuelgue está condicionada por varios factores como: el cuerpo de la hoja, la época de recolección y la climatología prevista

En los antiguos secaderos los pisos de cuelgue se construían con rollizos colocados a distinta altura, mientras que en los secaderos de nueva planta la estructura de cuelgue la forma un entramado de alambre. El sistema de cuerdas permite a una persona mover desde abajo las hojas cuando existen síntomas de humedad, favoreciendo el paso de aire entre las hojas. Se recomienda dejar en el primer piso, un espacio libre de acceso al interior de las masas de tabaco, para controlar el estado de curado. El ancho de este pasillo varía entre 45 y 50 cm.



Figura 1
Secadero de ladrillo de Talayuela. Fotografía realizada por Tamar Awad (2011)

Aportación de calor

El uso de calor artificial no es exclusivo de los secaderos de tabaco rubio, sino que en secaderos de tabaco negro también puede ser necesario si las condiciones exteriores lo requieren. Se deben evitar los focos de calor localizados que producen manchas en las hojas; la temperatura no debe superar los 30º C en la parte inferior del secadero y la diferencia máxima de temperatura entre las distintas zonas interiores deberá ser inferior a 10º C. Para evitar la acumulación del aire caliente en la zona superior del secadero, se debe abrir parcialmente la ventilación.

Secaderos de fábrica de ladrillo

Son numerosos los tipos de secaderos que se han realizado a lo largo de la historia, empleando materiales que van desde la paja al bloque de cemento, pero los ejemplos analizados están realizados en fábrica de ladrillo. Los secaderos de fábrica de ladrillo aparecen a partir de los años cincuenta, cuando el cultivo de tabaco adquiere mayor importancia.

El secadero lo forman un determinado número de

pórticos o crujías arriostradas por los muros de fábrica y por una serie de rollizos que forman una estructura triangulada. Las fachadas suelen apoyar en un zócalo de hormigón perimetral, que está rematado con ladrillos a tizón y a soga con una pequeña abertura practicada a ras de suelo, adintelada con un ladrillo, que sirve para evacuar el agua que se cuele en el interior. Las luces no deben superan los 4 ó 5 metros, lo que hace necesaria una línea de pilares en el centro del secadero, para salvar los 8 metros que tienen las crujías del mismo. Normalmente, los pilares perimetrales del secadero tienen un recrecido en su basa para dar mayor rigidez al conjunto.

Del zócalo arrancan los paños de cerramiento formados por celosías de ladrillo de media asta. Desde el arranque de los pilares hasta la cubierta hay una altura aproximada de 7.50 m; por lo que se pueden hacer tres o cuatro pisos de cuelgue. A una altura de 4.50 m sobre el nivel del suelo, se arriostran los pilares centrales y perimetrales mediante un entramado de vigas de madera que evitan los efectos del pandeo y empujes horizontales a debidos a la acción del viento.

La cubierta se apoya en la cumbrera central y en los durmientes perimetrales. La formación de pendiente se realiza mediante cerchas arriostradas entre sí. Como material de cubierta se emplea la teja plana, semicurva o árabe apoyada sobre parecillos de rollizo o tablazón (figura 2).



Figura 2
Secadero de ladrillo de Talayuela. Fotografía realizada por Tamar Awad (2009)

Elemento constructivo modular: el ladrillo

La elección del ladrillo como elemento y rasgo determinante para la construcción de un edificio, supone, en cierto modo, la consideración de un «grado cero» de todo el aparato constructivo y compositivo arquitectónico. Dejar el ladrillo visto, hace explícitos todos los procesos acumulativos de una pieza de colocación manual. Este módulo, o elemento mínimo, por sus dimensiones permite una gran posibilidad de combinaciones y de generación de patrones.

La proclamación del valor de la construcción sincera se acentúa significativamente en relación a los sistemas de construcción y a los materiales modestos, relegados a ser revestidos u ocultados bajo otros. El proceso constructivo se limita a la superposición de hiladas, para alcanzar la altura que requiera la envolvente del espacio.

Estudio de la permeabilidad en fachadas

Se elabora la documentación gráfica de tres secaderos, para determinar el grado de permeabilidad en las fachadas y los factores que pueden influir en la elección del patrón de las mismas. Mientras que en viviendas se requiere un 40% de ventilación, en los tres ejemplos de secaderos analizados, encontramos grados de permeabilidad diferentes: el primero corresponde a un 10%, el segundo a un 15% y el último a un 20%. Se puede determinar que cuanto mayor es el volumen del secadero, menor es la permeabilidad de su fachada, aunque puede obedecer también a criterios de diseño en el patrón de la celosía, siendo mucho menos permeable el aparejo palomero que las que forman un dibujo con los ladrillos a sardinel de canto inclinados. Otros elementos que pueden influir en la permeabilidad son los factores climáticos naturales: como vientos predominantes, cercanía de arroyos, mayor o menor exposición al soleamiento.

Secadero en Talavera (Toledo) (figuras 3 y 4). Presenta tres crujías separadas por hiladas de pilares: una nave central y dos naves laterales. En el alzado se traduce la estructura basilical, con las dos naves laterales de menor altura que la nave central y con la

cubierta inclinada hacia el exterior. La nave central, con cubierta dos aguas, se eleva sobre las dos laterales para poder iluminar el interior. Se emplea en la construcción del patrón de celosía en fachada el aparejo palomero. Los huecos de la parte inferior están a una altura superior a 30 cm desde el nivel del terreno, concretamente a 80 cm. Es el secadero de mayor volumen con 2.739 m3. Sin embargo, la permeabilidad es la menor de los tres analizados, con un 10%. De los 689 m2 de la superficie total de fachada, sólo 68 m2 son huecos.

Secadero en Talayuela (Cáceres) (figuras 5 y 6). Se emplea el aparejo palomero en la construcción del patrón de celosía en fachada. El volumen de este secadero es similar al de Talavera, con un total de 2.440 m3. La permeabilidad en este caso es de un 15 %, con una superficie de huecos en fachadas de 100,60 m2 respecto a los 676 m2 totales.

Secadero en Puente del Arzobispo (Toledo) (figuras 7 y 8). Las hiladas de la fachada se disponen a sogas. En la celosía hay hiladas triscadas arpadas a sardinel de canto, formando un dibujo triangular. Es el secadero que cuenta con menor volumen, con un total de 1882 m3. De los 536 m2 de superficie total de fachada, 103 m2 son huecos, lo que representa un 20%.

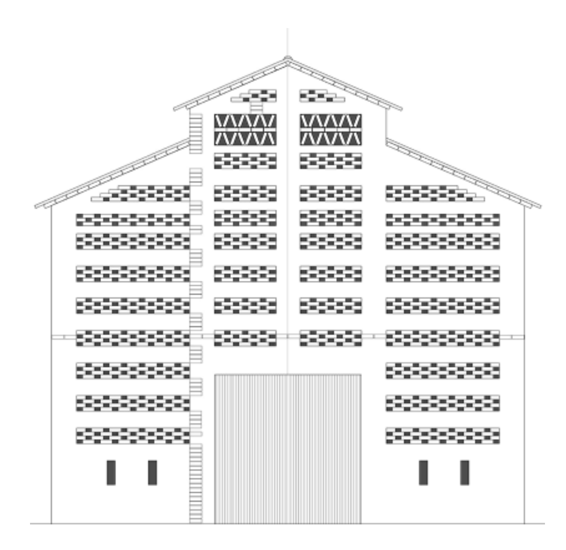


Figura 4
Secadero en Talavera. Dibujo realizado por Tamar Awad (2010)

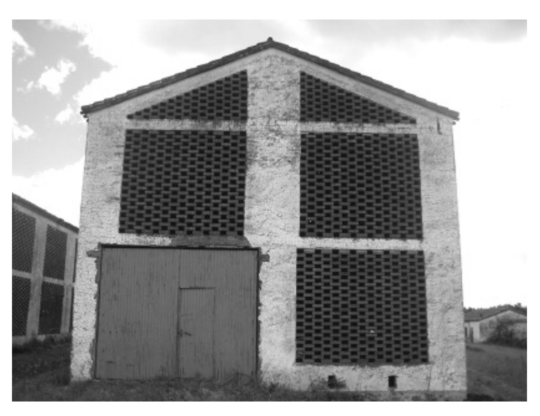


Figura 5
Secaderos en Talayuela Fotografía realizada por Tamar Awad (2009)



Figura 3
Secadero en Talavera. Fotografía realizada por Tamar Awad (2009)

Secadero en Calera y Chozas (Toledo) (figuras 9 y 10). Sólo tiene una fachada exterior, con orientación a oeste. El ladrillo hueco sencillo o rasilla ocupa la parte superior de la fachada, aparejo a sogas en la parte inferior de la fachada y ladrillo aplantillado sobre los huecos. Cuenta al igual que el de Puente del Arzobispo con una permeabilidad en fachada del 20%.

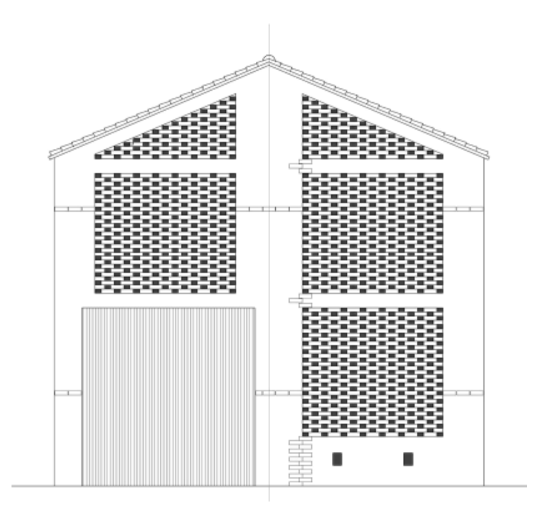


Figura 6
Secadero en Talayuela. Dibujo realizado por Tamar Awad (2010)

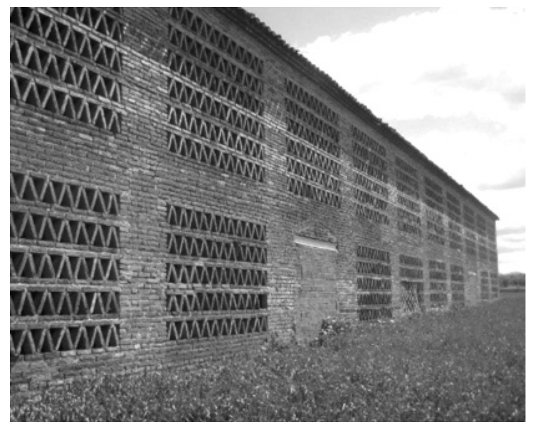
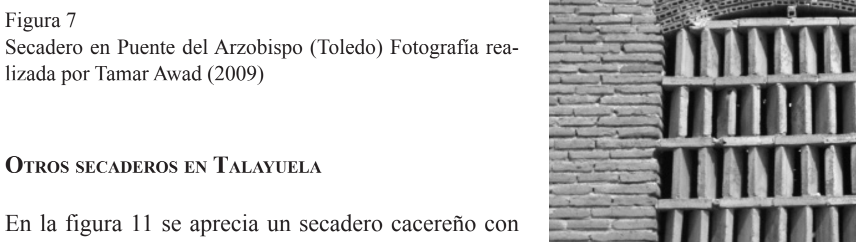


Figura 7
Secadero en Puente del Arzobispo (Toledo) Fotografía realizada por Tamar Awad (2009)



Otros secaderos en Talayuela

En la figura 11 se aprecia un secadero cacereño con celosías antiguas que no permite la regulación de la ventilación. Construcciones Paniagua realizaron los siguientes secaderos de ladrillo, entre los que destaca el secadero de 100 x 100 m, de 1 hectárea (figuras 12, 13 y 14).

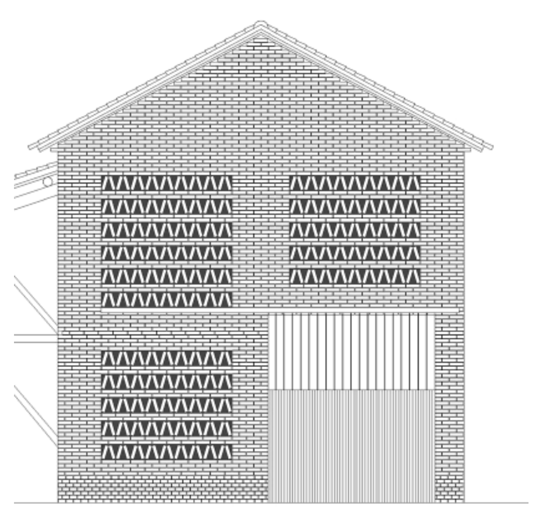


Figura 8
Secadero en Puente del Arzobispo (Toledo) Dibujo realizado por Tamar Awad (2010)

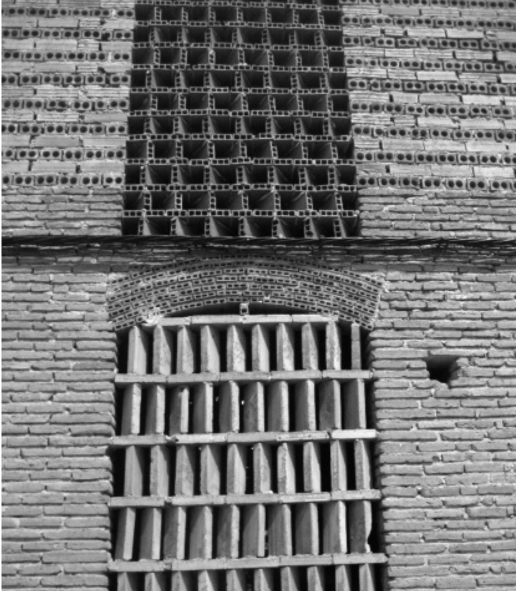


Figura 9
Secadero en Calera y Chozas. Fotografía realizada por Tamar Awad (2009)

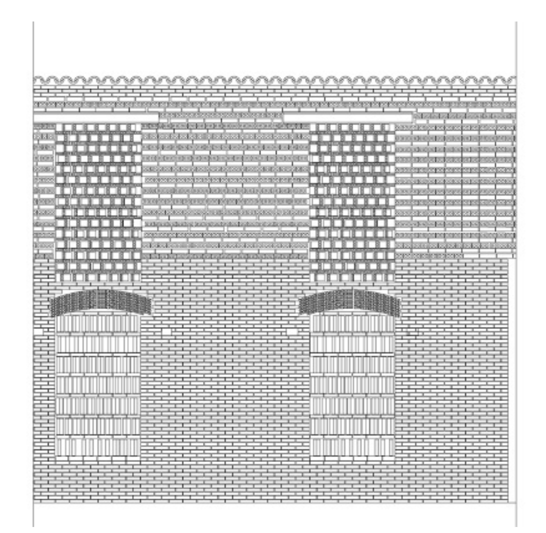


Figura 10
Secadero en Calera y Chozas. Dibujo realizado por Tamar Awad (2009)



Figura 11
Secaderos en Talayuela. Fotografía realizada por Tamar Awad (2009)

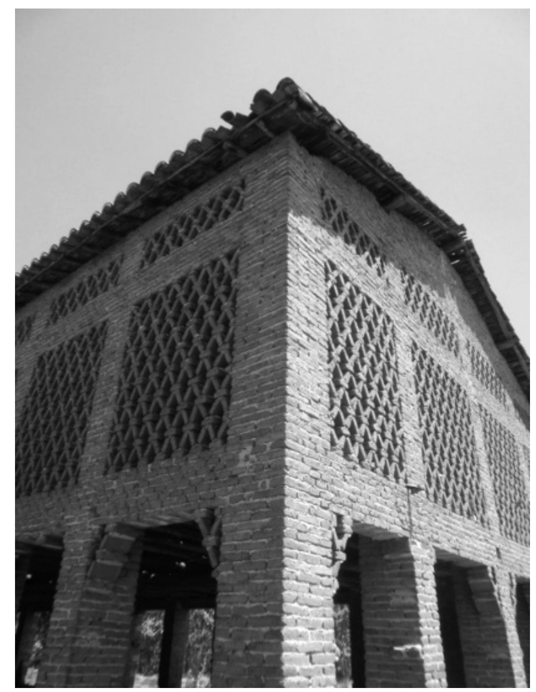


Figura 12
Secadero de ladrillo en Talayuela (Cáceres). Fotografía realizada por Tamar Awad (2011)



Figura 13
Secadero de ladrillo en Talayuela (Cáceres). Fotografía realizada por Tamar Awad (2011)

Conclusiones

El proceso de producción del tabaco está dividido en dos fases: proceso primario y proceso secundario. El proceso primario tiene lugar en los secaderos, en los que influye el clima, pero sólo en los de tabaco secado al aire. El proceso secundario se desarrolla en las fábricas, en las que no influyen las condiciones climáticas.



Figura 14
Santa María de Las Lomas. Finca La Cañalera. Fotografía realizada por Tamar Awad (2011)

Las condiciones generadas por las celosías de las fachadas de los secaderos son constructivamente adaptables a otros usos. La utilidad de estos umbráculos es fundamentalmente: proporcionar sombra, ventilación y un espacio cerrado pero permeable. Las celosías constituyen una forma de cerramiento útil para espacios en los que se necesite ventilación a la vez que se garantiza cierto grado de seguridad.

Los secaderos son una construcción bioclimática de producción. Se han estudiado los secaderos de tabaco de las áreas de Cáceres y Toledo, por su proximidad a las zonas de cultivo. Se ha realizado un estudio comparativo de los sistemas constructivos empleados en los secaderos, para analizar los medios de acondicionamiento climático necesarios para conseguir el secado, determinando el grado de permeabilidad en las fachadas de los secaderos y los factores que pueden influir en la elección del patrón de celosía, estableciendo la utilidad de este tipo de construcción.

Notas

1. Esta comunicación se extrae de la tesis doctoral «ARQUITECTURA INDUSTRIAL TABACALERA EN LA ESPAÑA PENINSULAR: SECADEROS Y FÁBRICAS» desarrollada en la Universidad Politécnica en el Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid y dirigida por Margarita de Luxán García de Diego y Javier Francisco Raposo Grau.
2. El trabajo más completo sobre secaderos, y del que esta comunicación se nutre con gran parte de la información y datos es el trabajo académico de Puente y García (1996).

Lista de referencias

García de Paredes Andujar, José. 2008. *El cultivo del tabaco Virginia en España.* CETARSA

Puente Martínez, Luís Manuel y García Serrano, Ángel Patricio. (1996). *Los secaderos de tabaco en la provincia de Granada*. EUAT de la Universidad de Granada. Tutor: Antonio Velasco Roldan.

Servicio Nacional de Cultivo y Fermentación del Tabaco (1962) *Construye secaderos y mejorarás tu tabaco.*

Distribución de agua en la morfología urbana de Valladolid-Morelia siglos XVIII–XIX

Eugenia María Azevedo Salomao

El agua dulce ha constituido el elemento indispensable para la humanidad, no se puede pensar en la expansión demográfica y el avance de la civilización sin el suministro del vital liquido. Como es bien sabido, desde la antigüedad, importantes culturas estuvieron estrechamente vinculadas al suministro de agua obtenido a partir de la corriente de los ríos (García 2002, 67).

En el caso concreto de la ciudad de Valladolid-Morelia, Michoacán, México, el abastecimiento de agua constituyó un problema vital desde sus orígenes en 1541. Este ensayo tiene como objetivo presentar un panorama de la red de distribución de agua en la ciudad, en función de su origen, morfología urbana y los avances técnicos del periodo estudiado; se enfatiza en el acueducto y las pilas y fuentes que se ubicaron en los espacios públicos, principalmente en las plazas.

La temporalidad de estudio está directamente relacionada con la reconstrucción del acueducto, puesto en operación en 1789 hasta el fin de uso como abastecedor de agua en la ciudad en 1910; sin embargo, se presenta a vuelo de pájaro los antecedentes del asentamiento y los orígenes del sistema de surtimiento de agua. Las mejoras materiales del acueducto posibilitaron la repartición del agua a fuentes públicas, las cuales además de la función utilitaria, se destacaron como importante mobiliario urbano en la imagen de la ciudad. Se parte de la premisa que la materialización del espacio urbano-arquitectónico es resultado de procesos tecnológicos, sociales y modos de vida propios de una comunidad. De esa manera se revisan las obras materiales y los actores sociales, entre los cuales se destacan los cañeros, aguadores y fontaneros, que formaron parte de la vida cotidiana y costumbres de la época.

La investigación se apoya en documentación histórica (édita e inédita) y la observación directa del caso de estudio. La confrontación entre los acervos documentales, las permanencias físicas del acueducto, las fuentes y pilas ubicadas en el centro histórico de la ciudad, permiten arribar al entendimiento de la red de distribución de agua y su relación con la morfología urbana.

Antecedentes: el asentamiento y el medio físico geográfico

Valladolid, tercera ciudad de Michoacán se fundó el 18 de mayo de 1541 como villa de españoles sobre tierras de cultivo de los indígenas, posiblemente tarascos o pirindas que habitaban el valle de Guayangareo (Paredes 1997, 315–331). Los primeros residentes, españoles generalmente sin encomiendas, llegaron de Pátzcuaro a comienzos de la década de 1540. El ayuntamiento de Michoacán se trasladó de Pátzcuaro a Valladolid en 1576 y la sede del obispado en 1580 (Gerhard 1977, 361).

La región en la cual se asentó la ciudad de Guayangareo-Valladolid, tuvo como eje fundamental el río Grande y la cuenca hidrológica que lo forma.

Como menciona Carlos Paredes (2001) es en torno a este cauce que se desarrolla el establecimiento de la ciudad. Uno de los afluentes del río Grande, es el río de Guyangareo, conocido en la actualidad como río Chiquito, éste es históricamente clave para entender el abastecimiento de agua en la región en razón de que, desde la época mesoamericana ya había sido utilizado por los pueblos de Jesús del Monte y Santa María. En la temprana época virreinal fue aprovechado por el estanciero Gonzalo Gómez y, posteriormente sus aguas fueron conducidas por un primitivo caño de agua o acueducto, para el abastecimiento de la ciudad (Paredes 2001, 121).

Desde los inicios de la ciudad el agua fue una de las principales preocupaciones de sus fundadores. Geográficamente se encontraba rodeada de ríos, manantiales y ojos de agua, elementos indispensables para surtir del vital líquido a la población. El abasto de agua a Valladolid condicionó en los albores de su fundación (1541–1548), la ubicación del incipiente núcleo poblacional en la falda sureste de la gran loma de Guyangareo. En 1549 los pobladores se trasladaron a la parte central de la loma, motivados por la construcción de un rudimentario caño de agua que venía del lado oriente y que estaba construido de barro, césped y madera (Juárez 1995, 97). A pesar de contar con el río Grande y el Chiquito cercanos al asentamiento, el establecimiento de un sistema de abastecimiento de agua fue difícil. La composición volcánica del subsuelo, dificultó seriamente la conducción del agua para los pobladores de Valladolid durante toda la etapa virreinal e incluso en el siglo XIX.

Sobre los inicios del abastecimiento de agua y conformación urbana del asentamiento en función de su contexto físico-geográfico dice Carlos Juárez Nieto:

> Rodeado de grandes arboledas, llanos pantanosos, empinadas colinas y un gran río, los vecinos de la naciente población dirigieron su mirada al sur-oriente de la gran loma, lugar donde localizaron a una distancia de 4 o 5 Kilómetros, arroyos y mantos acuíferos propios para el consumo humano. El ayuntamiento como representante de los intereses civiles de la población, pronto se abocó al colosal proyecto de conducir el agua desde las colinas del oriente hasta la plaza principal (Juárez, 1995, 97).

Como se puede observar, el medio físico-geográfico fue factor clave para el traslado del agua desde los manantiales hasta la ciudad. Los recursos hidrológicos y los montes que conforman el entorno físico de la ciudad, proveyeron de recursos naturales a la población; los montes llenos de bosques de coníferas fueron utilizados en la construcción y permitieron la fábrica rudimentaria de la primera etapa del acueducto. Los suaves descensos de la loma alargada en donde se ubica la ciudad, permitieron que la traza fuera tendiente a lo regular, acompañando la topografía del sitio y marcada por dos ejes ortogonales –de oriente a poniente y de norte a sur– (Arreola 1978, 19).

Red de distribución de agua en Valladolid-Morelia en la época virreinal

Durante la época virreinal, el agua, la tierra y otros recursos naturales, eran otorgados por regalía o merced que concedían los reyes de España a los solicitantes. El dominio real se justificaba en función de la concesión papal de 1493, que otorgaba a la corona de Castilla el señorío sobre las tierras que adquiriesen los reyes como propias (Sánchez 2002, 178).

En toda la Nueva España, la explotación de las tierras y aguas cambió el paisaje rural y en los núcleos poblacionales dieron origen a todo un sistema de red de distribución de agua e infraestructura urbana, consecuencia del abastecimiento del vital líquido. En el caso de estudio –Valladolid de Michoacán– el sistema de abastecimiento de agua estuvo formado por una larga estructura que partió de la presa del Rincón, en el sureste del asentamiento y llegaba hasta la caja de agua en el núcleo urbano de la ciudad.

Es importante comentar que en los inicios del asentamiento, los primeros habitantes debían satisfacer sus necesidades de agua mediante el acarreo en recipientes, tomando el recurso de manantiales ubicados al oriente del valle o de los ríos que la circundaban: el Chiquito por el sur y por el norte el Grande (Bravo 1998, 16). La primera estructura que se puede considerar como un primer acueducto, fue de césped y barro, y después también se conformó con madera –largos troncos ahuecados para formar el caño o canal–. Posteriormente a esta etapa primigenia, los sistemas constructivos se combinaron con tramos de acueducto de mampostería de piedra (Juárez 1982, 23–24) (figura 1).

Los procesos de mejora material del sistema de conducción de agua en Valladolid de Michoacán, iniciaron desde finales del siglo XVI. Debido a la precariedad del sistema, a finales del siglo XVI se deci-

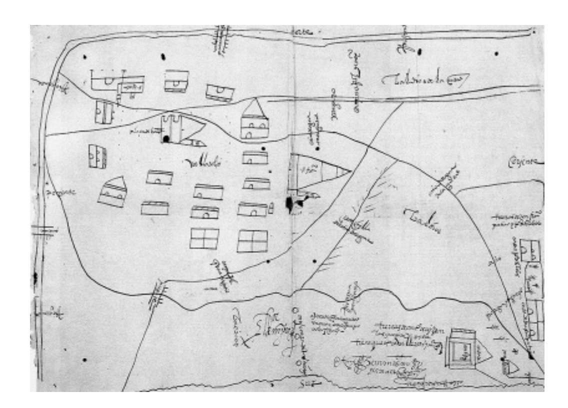


Figura 1
Plano de Valladolid 1579 (Bravo 1998, 16)

dió construir una captación y conducción de agua de mejor manufactura; precisamente en 1589 Cosme Toribio, artífice y maestro en el arte de sacar agua fue contratado por el alférez real y alcalde ordinario Tomás González de Figueroa para trabajar en la conducción del líquido por una cañería de «cal y cantera» hasta desembocar en una pila en la plaza principal. La calidad del agua según el fraile Alonso Ponce a finales del siglo XVI es buena (Juárez 1991, 15).

En el siglo XVII, en 1615 se da el inicio de la construcción del segundo acueducto, que durante toda la centuria requirió de constantes y onerosas reparaciones (Juárez 1982, 25, 34–41, 50). La fábrica del segundo acueducto consistía en un terraplén de barro y madera que soportaba el ducto de agua hecho de canoas, en ese periodo se ejecuta una pila de agua para uso público y conducciones para los terrenos y viviendas de la clase social alta, como eran los propietarios de obrajes, comerciantes, religiosos, hacendados y miembros del cabildo (Juárez 1982).

Durante el siglo XVII se realizaron varias reconstrucciones del caño de agua. En 1657 se inició obra a cargo del arquitecto Lorenzo de Lecumberri, las cuales fueron suspendidas por problemas suscitados entre el arquitecto, el Ayuntamiento y las autoridades virreinales (Bravo 1998). En 1677 el Deán y cabildo eclesiástico exponen al Virrey la urgente necesidad de agua que tiene la ciudad. La autoridad virreinal concede la cantidad de mil pesos para la reconstrucción del caño de agua, cuya obra estuvo a cargo del maestro alarife Pedro Nolasco de Gudea (Juárez 1982).

En 1678 un escribano real había aseverado «que para la plaza pública viene un buey de agua... bastante para sustentar esta república y otras dos iguales a ella en gente y vecindad» (Bravo 1998, 17–18).[1] Esta información indica que la ciudad para este momento no tenía problemas con relación al abastecimiento del vital líquido, lo que asegura una condición propicia para el desarrollo de la vida urbana.

En los inicios del siglo XVIII, se dispuso la edificación de una nueva conducción, que en un tramo próximo a la ciudad fue conformado por una arquería de piedra, en cuya superficie superior se alojó el canal. Esta construcción fue iniciada en 1705, patrocinada por el entonces obispo de Michoacán, don Manuel Escalante Colombres y Mendoza, y fue concluida la obra hasta la tercera década de la centuria.[2]

A finales del XVIII, con motivo del mal estado en que se encontraba, el obispo fray Antonio de San Miguel Iglesias patrocina la reconstrucción del acueducto, la cual duró cuatro años. Después de varias interrupciones la obra concluyó y el acueducto fue puesto en operación en 1789 (Bravo 1998, 17). Así, la obra final se «compone de 253 arcos, cuyo claro mide 6 varas de latitud, por 9 en su mayor altura hasta las claves...la caja de la atarjea mide media vara también en cuadro y el agua que conduce surte a 30 fuentes públicas, agregándose a esto 150 mercedes de agua concedidas a particulares... » (De la Torre 1971 [1883], 185).

La preocupación por la conducción del vital líquido y la construcción de pilas y fuentes en las plazas públicas fue tarea fundamental de los gobernantes de la ciudad de Valladolid en el siglo XVIII; varios documentos localizados en el Archivo Histórico Municipal de Morelia son prueba del problema del repartimiento de agua a los habitantes.

Uno de los documentos fundamentales para entender el sistema de abastecimiento de agua en la ciudad es el *Plan del agueducto de esta ciudad de Morelia 1731–1837* (AHMM 1731–1795), cuyo contenido señala por donde pasaba la red de distribución de agua, los mercedados que había en el periodo y las medidas de la cañería utilizada. El citado plan fue levantado por el comisionado de cañería y aguas del Ayuntamiento, señalando los lugares por donde se desplazaba el acueducto y la cantidad de tomas existentes con el objeto de actualizar el padrón de usuarios del agua. Este documento ha dado pauta a muchos trabajos que han recreado la trayectoria del acueducto y cómo se repartía el agua entre los vallisoletanos (Juárez 1995;

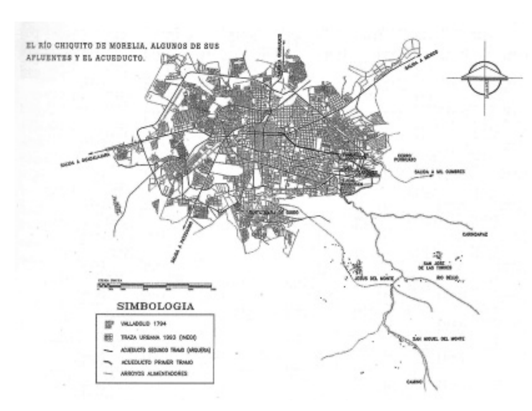


Figura 2
Distribución de Agua en Valladolid 1794 (Bravo 1998, 16)

Bravo 1998, Bravo 2001) (figura 2).

Al finalizar el siglo XVIII la ciudad de Valladolid estaba consolidada en lo relacionado con su equipamiento urbano y calidad de sus construcciones. Por su condición de sede episcopal del obispado de Michoacán, fue uno de los centros urbanos novohispanos más importantes de esta centuria. La arquitectura religiosa asume un papel preponderante con la construcción de importantes edificaciones. Como parte de las mejoras materiales del urbanismo ilustrado dieciochesco se realizaron en la ciudad mejoras materiales en sus calles y plazas; la reconstrucción del acueducto fue fundamental para abastecer de agua un asentamiento con cada vez mayor número de habitantes (Azevedo 2016) (figura 3).



Figura 3
Fotografía aérea del centro histórico de Morelia (Fotografía: archivo personal)

El siglo XIX y nuevos retos para el abasto de agua de los morelianos

El inicio del siglo XIX en México estuvo marcado por el movimiento independentista iniciado en 1810. La ciudad de Valladolid jugó un papel destacado por las conspiraciones realizadas en ella y por ser cuna de caudillos, entre ellos Don José María Morelos y Pavón. En honor al insurgente, en 1828 se estableció el cambio de nombre de la ciudad de Valladolid por el de Morelia.

Con relación al suministro de agua, una vez alcanzada la independencia del país, en 1821, la concesión de agua fue asumida completamente por los cabildos municipales y gobiernos estatales sin que las autoridades centrales de la ciudad de México tuvieran una impronta al respecto. De esa manera, nuevos derechos fueron concedidos y nuevos sistemas hidráulicos fueron construidos con fondos municipales o privados. Por otro lado, las autoridades locales normaron y reglamentaron el acceso al agua, vigilaron el funcionamiento en el abasto del vital líquido y se responsabilizaron por la conservación de los sistemas hidráulicos, fundamentándose en los usos y costumbres establecidos en la etapa virreinal. Como cambio importante entre la etapa virreinal y la independiente, se advierte la capacidad que tuvieron muchos ayuntamientos para otorgar mercedes de agua. Así, la facultad real de hacer concesiones de mercedes de agua, fue asumida completamente por las autoridades locales sin que los gobiernos nacionales pusieran obstáculos (Sánchez 2002, 180).

En el caso de Morelia, la asignación de mercedes de agua privilegió la clase pudiente; esta situación trajo consigo una serie de conflictos. Las concesiones de las «mercedes de agua» las utilizaba un número privilegiado de pobladores, las personas de escasos recursos recurría a las pilas públicas para satisfacer sus necesidades básicas. El principal abastecedor de agua era el acueducto; por medio de pequeños canales proveía del vital liquido a las haciendas, huertas, obrajes y casas de particulares que contaban con las «mercedes de agua», asimismo abastecía las pilas y fuentes ubicadas en distintos puntos de la ciudad (Bravo 2001, 67).

A partir de la documentación existente en el Archivo Histórico Municipal de Morelia se ha podido constatar que durante el siglo XIX se incrementa el número de «mercedes de agua» que se da en la ciu-

dad como consecuencia del aumento poblacional. Para finales de la centuria, los documentos estudiados evidencian que la red de abastecimiento de agua es ineficaz; esta situación se debe al incremento de habitantes y la falta de tendido de cañerías suficiente para proveer del vital liquido de manera equitativa a todos los barrios conformadores de la ciudad (Bravo 2001, 76).[3]

Al respecto, Clara Bravo a partir de la revisión de documentos inéditos, comenta lo siguiente:

> La adquisición de mercedes de agua por parte de los particulares, estaba supeditada a la existencia suficiente del preciado líquido, esta situación dependía del lugar en donde se hiciera la solicitud ya que la atención al público en general era prioritaria y en algunas zonas de la ciudad el abastecimiento era escaso tal es el caso de la región poniente en donde en muchas ocasiones estas solicitudes de mercedes eran denegadas por la falta del elemento, estas circunstancias se repetían con frecuencia. (Bravo 2001, 76).

No se puede dejar a un lado, que las características constructivas utilizadas en el sistema de cañería de la ciudad fue clave para la buena distribución del líquido. Si los materiales y sistemas constructivos no eran óptimos, provocaban filtraciones y derrames, repercutiendo desfavorablemente en el abastecimiento de agua. Los materiales que la red de distribución utilizó por muchos años fue el barro vidriado, la implementación de la cañería de hierro se dio en las últimas décadas del siglo XIX (Bravo 2001, 98).

Con relación a los derrames, podían ser de dos maneras: el agua que sobraba de las fuentes y la de particulares que tenían el privilegio de contar con una toma para sus necesidades domésticas. Para las dos situaciones existía un procedimiento legal a través del cual era posible que las personas pudieran solicitar al ayuntamiento el disfrute de los derrames. El goce del derrame implicaba una cuota anual que debía pagarse a la tesorería municipal. En algunas ocasiones los derrames no aprovechados por la población provocaban inundaciones y focos de infección (Bravo 2001, 86). Son innumerables las quejas presentadas por los habitantes de Morelia con relación al abastecimiento de agua. Todos los problemas sociales se resolvían con ayuda de las autoridades municipales encargadas de encausar y dar solución a los conflictos.

Como se puede observar, el siglo XIX implicó nuevos retos para el abastecimiento de agua en la ciudad. Por otro lado, no se puede dejar de mencionar que las ideas higienistas repercutieron en la mentalidad moreliana decimonónica. Es bien sabido que la ideología higienista nace con las Reformas Borbónicas, pero en el caso de la ciudad de Morelia –como en otras partes de México– la aplicación del pensamiento higienista se concreta en el siglo XIX.

Como ejemplo del pensamiento higienista, se menciona la preocupación de la sociedad moreliana por la insalubridad del agua arcillosa que llegaba a la ciudad en la época de lluvias. Carlos Juárez (1995) cita que en marzo de 1868, recién iniciado el gobierno liberal de don Justo Mendoza, se publica en el periódico *El Constitucionalista* un extenso artículo sobre la insalubridad del clima de Morelia. En el artículo, se menciona sobre el alto grado de contaminación del agua y los autores proponen que se haga un análisis químico del líquido. También señalan los problemas sociales acarreados con el abastecimiento del agua en la ciudad (Juárez 1995, 103). La falta de higiene en el abasto de agua fue una preocupación reiterante en la centuria. Varias fueron las obras de reconstrucción del acueducto y de mejoramiento de la red de distribución de agua; en el gobierno de Prudenciano Dorantes (1881–1885) se hicieron varios estudios con el objetivo de entubar el agua potable, sin embargo no se concretaron (Juárez 1995, 104).

El fin de la vida del acueducto como principal conductor de agua para los morelianos

En los inicios del siglo XX se continuaron realizando estudios y proyectos para mejorar el abastecimiento de agua en la ciudad. A comienzos de 1903, al gobierno de Michoacán llegaron propuestas de constructores extranjeros para proveer la ciudad de dotación de agua potable y de un sistema de alcantarillado. Uno de los proyectos fue el del señor John Lee Stark, para la construcción de una planta de filtración rápida cuyo proceso ya había dado buenos resultados en muchas ciudades de los Estados Unidos de América. Esta planta inició su operación en 1907 y de ella quedan hoy día los vestigios de lo que se conoce como los «Filtros viejos». La planta no logró los resultados esperados por la población, pues a partir de 1910 hubo una notable disminución de la calidad del agua y desde 1916 se interrumpió la filtra-

ción del vital líquido y la planta fue desmantelada en 1935 (Bravo1998, 41).

La situación esbozada con anterioridad llevó a la administración del gobernador Aristeo Mercado (1891–1911), a implementar una solución al problema del abasto de agua. En 1910 el gobierno del Estado otorgó el contrato para entubar y distribuir el agua a la Compañía Bancaria de Fomento y Bienes Raíces de México, S.A. Las obras se realizaron durante el mencionado año y permitieron que el ejecutivo diera a conocer en el Periódico Oficial de 4 de diciembre de 1910 la lista de las primeras cien concesiones de agua a particulares de la ciudad (Juárez 1995, 105; Bravo 1998, 42). Con esto, el monumental acueducto finalizó su vida operativa y pasó a ser un elemento emblemático en el paisaje urbano de la ciudad (figura 4).

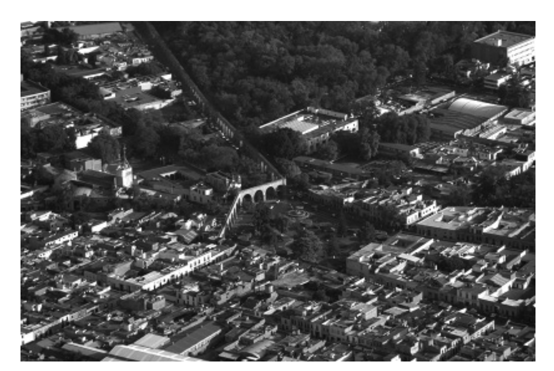


Figura 4
Vista aérea del acueducto (Archivo personal)

El acueducto, fuentes y pilas en la morfología urbana de la ciudad

La estructura morfológica urbana de la ciudad de Valladolid-Morelia es resultado de la dialéctica entre los elementos estructuradores del medio natural, artificial, ambiental, social, cultural, económico y político administrativo. La ciudad desde sus inicios está estructurada a partir de dos ejes que sirvieron de apoyo a la traza; de oriente a poniente el camino Real de México a Guadalajara –lo que hoy es la Avenida Madero– y de norte a sur, el de Cuitzeo a Tiripetío –Calle Morelos–. Cómo se comentó anteriormente, la ubicación del asentamiento estuvo directamente vinculada al abastecimiento de agua (figura 5).



Figura 5
Detalle del acueducto (Fotografía: archivo personal)

La traza reúne características singulares que le dan un alto valor arquitectónico y urbano; es de retícula que acompaña la topografía del sitio, los inmuebles eclesiásticos y civiles se enlazan formando manzanas que en su totalidad conforman un conjunto armónico en consecuencia con su trazado. En ese contexto, se destaca el acueducto y todos los elementos complementarios que surtieron de agua a la población durante un largo periodo de tiempo: las fuentes y pilas, ubicadas principalmente en las calles y plazas públicas (figura 6).

Es importante remarcar que gran parte de las fuentes que hoy están presentes en el centro histórico de la ciudad son del siglo XIX. En la época virreinal había pocas fuentes; al respecto Ricardo Aguilera, apoyado en documentos históricos, dice: «... dos se encontraban en la zona de la Catedral (una en la plaza principal y otra en la de San Juan de Dios), otras cuatro cercanas a los templos de Las Rosas, El Carmen, San Francisco y Las Ánimas; la última, la llamada Pila Escondida, estaba al poniente de la calle principal, hoy Avenida Madero» (Aguilera 2016, 132–133). La



Figura 6
Vista aérea de la ciudad mostrando las características de la morfología urbana (Fotografía: archivo personal)

proliferación de fuentes en la ciudad en la época independiente se debe al incremento poblacional, y a la ley que delegó al Ayuntamiento de Morelia la responsabilidad de la limpieza de las fuentes, repercutiendo en la construcción de más fuentes (figuras 7, 8, 9. 10).

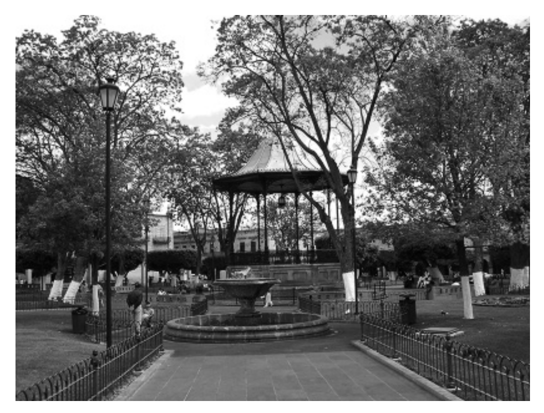


Figura 7
Fuente de la Plaza de Armas (Fotografía: archivo personal)

La construcción de fuentes públicas respondía a una carencia real en la dotación de servicio de agua; además de la función utilitaria fueron equipamientos urbanos que dieron una impronta en la vida social de la ciudad, alrededor de ellas se establecieron muchas relaciones sociales. Por otra parte, las fuentes eran elementos que en muchas ocasiones complementaban su

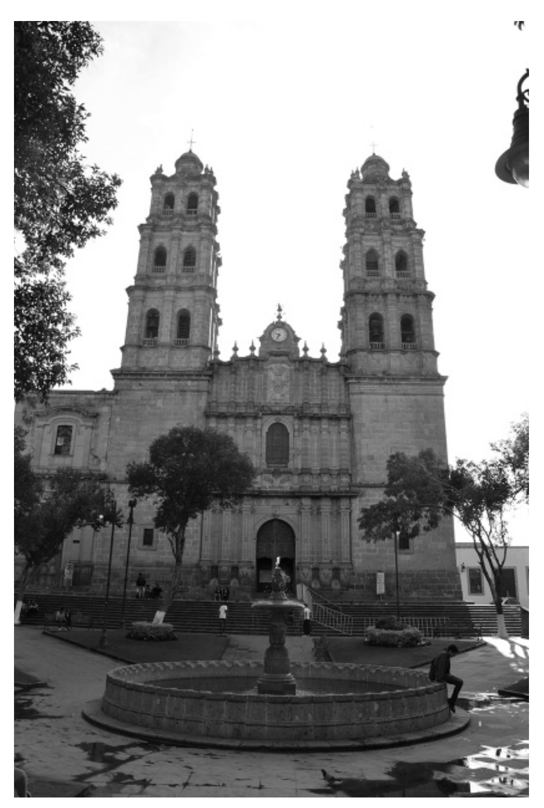


Figura 8
Fuente de la Plaza de San José (Fotografía: archivo personal)



Figura 9
Fuente de la Plaza de Villalongín (Fotografía: archivo personal)

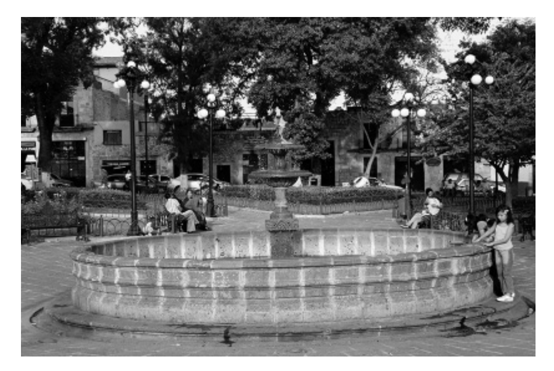


Figura 10
Fuente de la Plaza de Capuchinas (Fotografía: archivo personal)

función a través de derrames que eran aprovechados por la ciudadanía o corrían sin destino por las calles ocasionando problemas de toda índole e impactando en la salud pública. Un elemento que fue favorable al saneamiento público fueron los abrevaderos para los animales, construidos para mantener limpia el agua para el uso humano. Con el nombre de piletas, todavía quedan evidencias de estos depósitos en las fuentes del Santo Niño y de la Mulata (Aguilera 2016, 136).

En el Archivo Histórico Municipal de Morelia existe información que atestigua el número importante de fuentes existentes en la ciudad decimonónica. Se habla de la existencia de 43 fuentes en Morelia a lo largo del siglo XIX. Es importante decir que no todas las fuentes tenían la función de abastecer de agua a la población, muchas fueron elementos de adorno, manifestación ideológica representada por inscripciones y esculturas que reflejaron los gustos estéticos de la época. Además, hitos urbanos en la morfología de la ciudad. Se presenta un plano en el cual están señaladas 26 fuentes cuyo registro fue efectuado por Clara Bravo (2001) con base en documentación archivística (figura 11).

Los oficios vinculados al abastecimiento de agua

Parte importante de la red de distribución de agua son los actores sociales vinculados a las actividades cotidianas que permitieron a la ciudadanía obtener el preciado líquido. Como se comentó con anterioridad, el acueducto fue la infraestructura urbana clave para el abastecimiento de agua de la ciudad de Valladolid-Morelia; en el desarrollo del ensayo se han visto todas las etapas constructivas hasta la fábrica dieciochesca

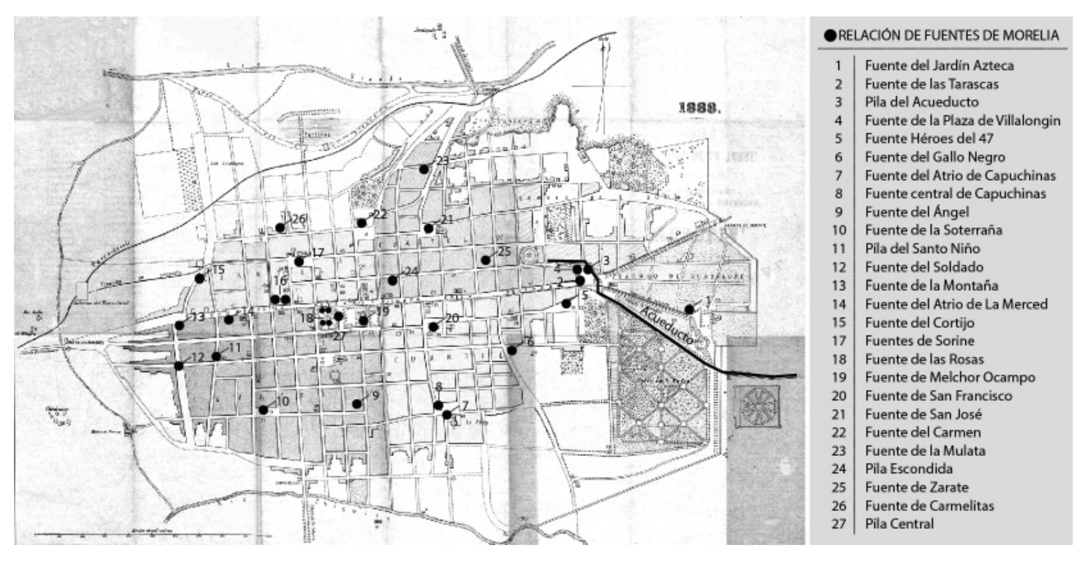


Figura 11
Plano de 1888 con la ubicación de las fuentes y pilas en el siglo XIX. Elaboración propia con base en el trabajo de Clara Bravo (2001)

que permanece como hito urbano hasta nuestro días. A continuación se describe un actor social básico para el buen funcionamiento del acueducto.

La mecánica del acueducto necesitó la participación de obreros experimentados que coadyuvaron en su buen funcionamiento; los «cañeros» o «canaleros» que ejercieron un papel clave. La actividad del «cañero» consistía en mover las compuertas que estaban colocadas en lugares apropiados del canal, propiciando la abertura adecuada, conforme a un programa cuyo fin esencial era que nunca faltara agua en la caja terminal del acueducto y que los usuarios tuvieran en sus tomas, la cantidad del líquido que tenían derecho en función de las «mercedes de agua». Como comenta Carlos Bravo (1998) «Es ésta una operación delicada y cuidadosa que requiere experiencia y destreza. De otro modo sobrevienen fallas consistentes básicamente en que no se logra la carga requerida en las tomas, con perjuicio del servicio, o bien el nivel del agua rebasa los bordos del canal y derrama por encima de ellos» (Bravo 1998, 27). Así, ese oficio brindó el manejo humano al cumplimiento óptimo del sistema hidráulico del acueducto.

Otros oficios vinculados con el abastecimiento de agua fueron los fontaneros y aguadores, quienes se desempeñaron como piezas básicas en el repartimiento del agua entre la población. Los fontaneros junto con los aguadores eran los responsables de salvaguardar la limpieza del agua, además designaban el lugar –fuente o cañería de algún particular– en atención a la solicitud de uso de los derrames de agua. También el fontanero era quien vigilaba y daba instrucciones en la construcción de alcantarillas, hidrantes o caños, cuidando las dimensiones de éstos, asimismo indicaba como hacer el registro para la toma (Bravo 2001, 119).

El papel del aguador era surtir de agua a los habitantes de la ciudad y su actividad giró alrededor de pilas y fuentes. Contaban con recipientes de barro (cántaros) y después botes, los cuales eran cargados con la ayuda de un artefacto formado por una barra de madera de cuyos extremos pendían, sostenidos por cuerdas, unas bases en las cuales se asentaban los cántaros o botes (Morales 1990, 147). Los aguadores formaban un gremio con personalidad cívica. La municipalidad de Morelia se encargó de enlistar y numerar a cada uno de los aguadores; asimismo, éstos fueron organizados bajo las disposiciones del encargado general, y a su vez ellos, se apoyaron en los encargados de cada pila. Para el buen funcionamiento de los servicios, el capitán asignado convocaba a los aguadores en las pilas o fuentes para limpiarlas, también cuidaban que los animales no bebieran agua directamente de ellas y deberían vigilar para que no se lavara ropa o arrojara objetos a las fuentes y pilas. Lo anterior permitía al aguador conservar su patente o permiso (Pérez 2016, 86).

Como se puede ver, estos oficios complementaron el aspecto tecnológico del abastecimiento de agua y dieron vida a la cotidianeidad a la ciudad.

Reflexiones finales

Sin duda alguna el abastecimiento de agua es determinante para el desarrollo de un asentamiento humano. El caso presentado de la ciudad de Valladolid-Morelia permite ejemplificar la evolución de un sistema que en sus inicios fue muy primitivo y que alcanza con la fábrica dieciochesca del acueducto un importante avance constructivo.

También se puede concluir que las obras hidráulicas realizadas en la larga temporalidad relatada fueron un reflejo del avance tecnológico a lo largo del tiempo. De un primer acueducto de «cesped y barro» se logró una nueva conducción que en un tramo importante de la ciudad fue conformada por una sólida arquería de piedra, en cuya parte superior se alojó el canal. La muestra de la robusta edificación es su permanencia en la morfología urbana de la ciudad actual.

A partir del vetusto acueducto, se ramificó toda una red de distribución de agua que acompañó los avances tecnológicos de cada época y brindó una serie de elementos públicos y privados complementarios –fuentes y pilas– en la traza de la ciudad. Finalmente, el sistema se vuelve obsoleto –después de una larga temporalidad de uso– dejando de funcionar en la primera década del siglo XX, cuando es sustituido por tubería metálica que conduce el agua desde la planta de filtración.

Además de la materialidad física de los elementos que configuraron la red de abastecimiento de agua de Valladolid-Morelia, se reafirma la importancia de los actores sociales que participaron en las actividades de distribuir el agua a la población. Por otro lado, muchas de las muestras físicas del sistema hidráulico como pilas y fuentes han desaparecido o están en

muy mal estado de conservación, ameritando urgentes trabajos de restauración. El acueducto está en buen estado de conservación debido a la restauración efectuada a finales del siglo XX.

Notas

1. Es importante mencionar que ½ buey de agua, que son 24 surcos, es decir 79.5 l/s, equivalentes a 6,869 metros cúbicos en un día (Icaza 1988, 223).
2. Se recomienda revisar el expediente localizado en el Archivo Histórico Municipal de Morelia (Sección: Gobierno; Caja 35; Expediente: 15; Año 1737). El documento fue paleografiado y está a la disposición en Eugenia María Azevedo Salomao (2004).
3. Para ampliar sobre el tema de las mercedes de agua se recomienda consultar la investigación de Clara Elvira Bravo (2002). La autora hace reconstrucciones planimétricas con la ubicación de las alcantarillas y mercedes de agua.

Lista de Referencias

Aguilera Soria, Ricardo. 2016. Recipientes de historia en los que brotan las leyendas. Una mirada a las fuentes de Valladolid-Morelia en el siglo XIX. *Boletín Rosa de los vientos 7*.

Archivo Histórico Municipal de Morelia (AHMM). Libro N. 18 1731–1795. Apéndice documental, *Plan del agueducto de esta ciudad de Morelia*, f. 1.

Arreola Cortés, Raúl. 1978. *Morelia*. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.

Azevedo Salomao, Eugenia María. 2004. *Espacios urbanos comunitarios durante el periodo virreinal en Michoacán. Suplemento de conclusiones y bibliografía*. Morelia: Morevallado Editores.

Azevedo Salomao, Eugenia María. 2016. Mejoras materiales en los espacios públicos de Valladolid de Michoacán. Boletín de Monumentos Históricos 36 (enero-abril): 116–129.

Bravo González, Clara Elvira. 2001. Obras hidráulicas y red de distribución de agua en Valladolid-Morelia. 1789–1910. Tesis de Maestría en arquitectura, investigación y restauración de sitios y monumentos, Facultad de Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Bravo Nieto, Carlos Eligio. 1998. El acueducto de Morelia como obra hidráulica. *El acueducto de Morelia*, coord. Esperanza Ramírez Romero. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, patrimonio de la Humanidad A.C.

De la Torre Juan. 1971 [1883]. *Bosquejo histórico y estadístico de la ciudad de Morelia, capital*

del Estado de Michoacán de Ocampo. México: Imprenta Ignacio Cumplido.

García Blanco, Rolando. 2002. Historia del acueducto Albear de La Habana. *Agua, cultura y sociedad en México*, edit. Patricia Ávila García. Zamora: El Colegio de Michoacán, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Gerhard, Peter. 1977. Congregaciones de Indios en la Nueva España antes de 1570. *Historia Mexicana,* Nº 103.

Icaza Lomelí, Leonardo. 1998. Arquitectura hidráulica en la Nueva España. *Antiguas obras hidráulicas en América. Actas del Seminario México 1988.* Madrid: CEHOPU.

Juárez Nieto, Carlos. 1982. *Morelia y su acueducto. sociedad y arte*. Morelia: FONAPAS, UMSNH.

Juárez Nieto, Carlos. 1991. El acueducto. *Morelia 450*, mayo-junio.

Juárez Nieto, Carlos. 1995. El Acueducto de Morelia. *Morelia Patrimonio de la Humanidad,* edit. Silvia Figueroa Zamudio. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gobierno del Estado de Michoacán, Ayuntamiento de Morelia.

Morales García, Rogelio. 1990. Morelia: hornacina de recuerdos Tomo I. Morelia: Gobierno de Michoacán.

Paredes Martínez, Carlos. 1997. Grupos Étnicos y Conflictividad Social en Guayangareo-Valladolid, al Inicio de la Época Colonial. *Lengua y etnohistoria Purépecha, homenaje a Benedict Warren*, coord. Carlos Paredes Martínez. Morelia: UMSNH, Instituto de Investigaciones Históricas, CIESAS.

Paredes Martínez, Carlos. 2001. Valladolid y su entorno en la época colonial. *Desarrollo urbano de Valladolid-Morelia 1541–2001*, coords. Carmen Alicia Dávila y Enrique Cervantes Sánchez. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Pérez Tajonar, Victoria Eugenia. 2016. Oficios morelianos: la difícil vida cotidiana en la construcción de una ciudad (1920–1930). *Boletín Rosa de los vientos 7*.

Sánchez, Martín. 2002. El eslabón perdido: la administración local del agua en México. *Agua, cultura y sociedad en México*, edit. Patricia Ávila García. Zamora: El Colegio de Michoacán, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

El hormigón armado en Eibar

Ana Azpiri Albistegui

Cuando se analiza la arquitectura industrial vasca, el caso de la localidad guipuzcoana de Eibar se revela como un episodio significativo e interesante. Lo que lo distingue con respecto a su entorno, es su peculiar manera de organizar el trabajo y los espacios a que dio lugar esta organización. En este proceso, fue el hormigón armado el material que iba a facilitar la aparición de una arquitectura que se adaptase a esas necesidades específicas. La estructura formada por pilares, vigas y losas de forjado, a la manera del sistema Hennebique, sin grandes exigencias en cuanto a las dimensiones de los espacios a cubrir, fue la protagonista de la época. Para las necesidades de la fabricación local, un sistema que permitiera crecer hacia arriba y hacia los lados con un esquema modular que no necesitara bóvedas o grandes luces era ideal. Una de las evidencias de este proceso lo constituye el paisaje de cubiertas planas de hormigón con láminas de agua, haciendo un continuo de estanques a diferentes alturas. Es una de las vistas más conocidas de la Villa (Ronco 2001) (figura 1).

Para comprender cómo la manera de organizar el trabajo pudo llevar a la adopción de una determinada fórmula constructiva, hay que analizar el tipo de negocio y su forma de desenvolverse. Hasta la primera guerra mundial, la industria esencial era la armera (Mújica 1990). Los fabricantes que aceptaban los encargos, dividían el arma en sus componentes y los encargaban por separado. Una vez acabadas las piezas, volvían a la fábrica para ser montadas. Desde el pulido o el barnizado de la culata, hasta el trabajo más exquisito de damasquinado para la decoración de una escopeta de lujo, el pueblo estaba repleto de trabajadores que absorbían el encargo de un número de armas y lo entregaban despiezado. Muchos de ellos eran su propio jefe y casi todos cobraban por el volumen fabricado. Los espacios de trabajo de estos artesanos eran muy diversos. Los más pequeños podían organizarse en una habitación de una vivienda, en un cobertizo en el portal o en el patio interior de una manzana. De este modelo, generalmente para una sola persona, se pasaba ya a un taller que podía estar en el casco urbano en una planta de una vivienda entre medianeras. Lo siguiente era un pabellón especialmente construido como taller. En este punto ya estamos hablando de una empresa con varios operarios y un volumen de trabajo considerable. Lo más importante de esta arquitectura era que proporcionase la mejor iluminación natural posible. Es decir, lo fundamental era crear espacios para manipular unas piezas que solían ser más bien pequeñas. En estos talleres, no había que instalar una maquinaria que exigiera unos refuerzos estructurales considerables.

Los ejemplos más significativos de esta arquitectura son los edificios de planta rectangular, con dos o tres alturas y estructura de madera (Apraiz, Martínez, 2008: 311). La planta baja se resuelve con un muro de carga de mampostería y las superiores tienen estructura y cerramiento de mampostería y madera. El «taller para Aldazábal, Unzeta e Iriondo», de 1902, (AME C5 21.46) proyectado por Pedro José de Astarbe, es un buen ejemplo (figura 2). Se trata de una



Figura 1
José Ronco. Manzana de Alfa.

sola crujía que en el piso superior consigue un espacio diáfano libre de pilares y hace una ventana corrida en las dos fachadas. El bajo tiene su hilera de pilares que sujetan el forjado y unas ventanas que tienen que someterse a la servidumbre portante del muro. Los bancos de trabajo se instalan pegados a las ventanas en todo el perímetro del cerramiento.

La definición de los exteriores tenía que ver, por lo general, con un registro estilístico que remitía al

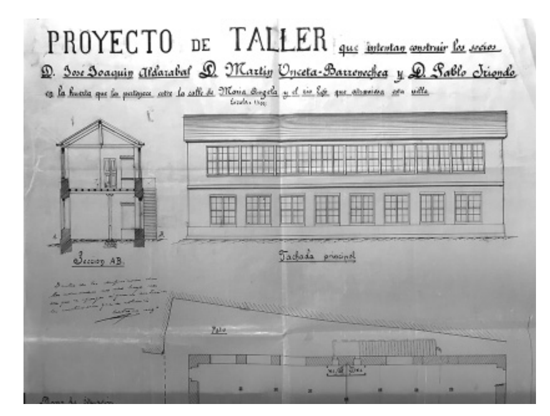


Figura 2
Taller para Aldazábal, Unzeta e Iriondo.1902, proyectado por Pedro José de Astarbe. AME C5 21.46

neoclasicismo, en particular al que se usaba más como un remate decoroso del cerramiento, que como un ejercicio de estilo. Los recercos de los huecos, el orden geométrico y los acabados son muy similares a los de los edificios de servicio de los cuarteles, almacenes ferroviarios, –no a las estaciones, que siempre tienen un componente representativo importante– o a los de los barracones para alojar obreros. Es una manera que utilizaron los arquitectos, los maestros de obra y los ingenieros, que venía del siglo XVIII.

El Hormigón Armado En La Construcción De Edificios Importantes

En 1899, Ramón Cortázar proyectó el nuevo Ayuntamiento de Eibar (AME C5 21.36). Planteó un edificio con un marcado carácter representativo que se manifestaba al exterior mediante una fachada de un estilo ecléctico clasicista. Parte de la estructura del edificio se encargó a la casa Hennebique, siendo el responsable de la supervisión del proyecto el ingeniero José Eugenio Ribera que tenía la representación de la casa francesa en San Sebastián. Una estructura de esta naturaleza no era una novedad en la construcción. En el ensanche donostiarra era habitual. El material se publicitaba como sólido, fiable, duradero, barato e ignífugo (figura 3).

Pero el Ayuntamiento incorpora una novedad importante. Toda la decoración de la fachada se hace con piezas que se superponen al paramento. Hasta fecha muy reciente, en los edificios de una cierta importancia institucional, esa decoración era de piedra labrada. En este caso, Cortázar utiliza elementos de cemento moldeado. Las columnas, balaustradas, frontones, capiteles, repisas, cornisas, ménsulas, arcos, etc., se compran a una fábrica especializada. Una de las que concurren y compiten en el concurso público es Butsems y Fradera: «Fábrica de mosaicos Hidráulicos, baldosas y demás pavimentos de cemento. Construcción de piedra artificial y mármol comprimido en todas sus aplicaciones. Sillería y decorado para fachadas, balaustradas, jarros, etc. Peldaños, fregaderas, arrimaderos, chimeneas, panteones, etc.» El resultado es una fachada tan retórica como la de los edificios públicos capitalinos, pero muchísimo más barata. De hecho, las cuatro fachadas del edificio salen por 16.000 pesetas. Para ver la comparación con el resto de las

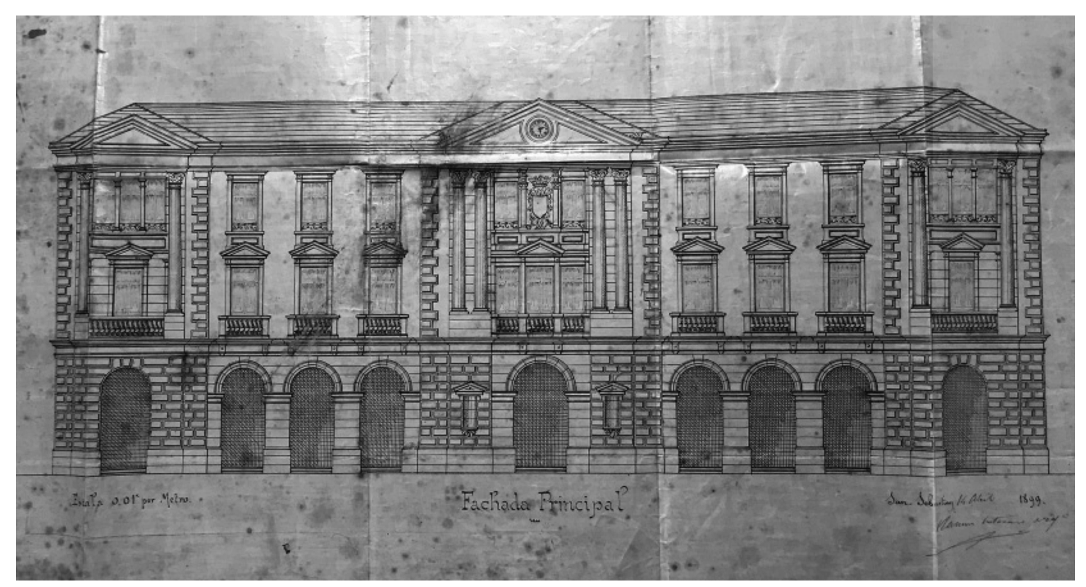


Figura 3
Ayuntamiento de Eibar. 1899. Archivo Municipal de Eibar C5 21.36

partidas del presupuesto, la albañilería salía por 17.277 pesetas, la cantería por 85.983, la carpintería por 54.577, la herrería por 10.100, la fontanería por 11.720, la pintura por 11.520 y la ferretería por 2.472. Del total de 203.332 pesetas, la fachada solo necesitaba 16.000.

Esta obra prestigió sensiblemente el material. De momento, sus cualidades más interesantes eran: su capacidad ignífuga, su precio y la velocidad de ejecución. Los empresarios pronto empezaron a interesarse por adoptarlo, ya que permitía hacer una arquitectura muy similar a la que estaban haciendo con madera, pero a prueba de incendios, más duradera y más capaz de encajar futuras ampliaciones. Además, al liberar completamente el cerramiento de la servidumbre portante, el acristalamiento podía tener una superficie mucho mayor. Aunque en 1890 se había electrificado la producción industrial, la luz natural era importantísima.

1900–1928. La Convivencia De Los Sistemas

En este primer tercio del siglo hay una convivencia y una progresiva traslación de la arquitectura industrial en madera o mampostería a la del hormigón armado. Aparecen los primeros edificios con la estructura de hormigón armado, unas fachadas con una gran superficie acristalada y una desnudez completa de ornamento en los paramentos. Los recercos neoclásicos y las decoraciones a partir de raseos de cemento o juegos con el aparejo de ladrillo han desaparecido. Cabe suponer que el propósito no ha sido la voluntad de estilo, sino la economía. El «proyecto de un taller en la parte zaguera de Arragüeta y Grabadores», de 1910, es un caso que muestra muy bien este proceso, (AME C5 25.31) (figura 4).

En estos años previos a la primera guerra mundial, la construcción de talleres como el citado, empieza a ser una realidad que ocurre en lugares céntricos del casco urbano, como las calles Arragüeta y Grabadores. Las fábricas se pueden ver cuando se pasea por el pueblo y parece ser que su desnudez no gusta a los eibarreses, porque el Ayuntamiento empieza a pedir que se embellezcan un poco las fachadas para no empobrecer el paisaje urbano. En cuanto a cuál podría ser el referente de la estética industrial que se buscaba, la Escuela de Armería, de 1913, de Augusto Aguirre, se hace por aquellos años y sin duda puede servir de ejemplo de lo que el común entendía por una arquitectura industrial que fuera digna de estar en la ciudad, (AME C5 21.46) (figura 5).

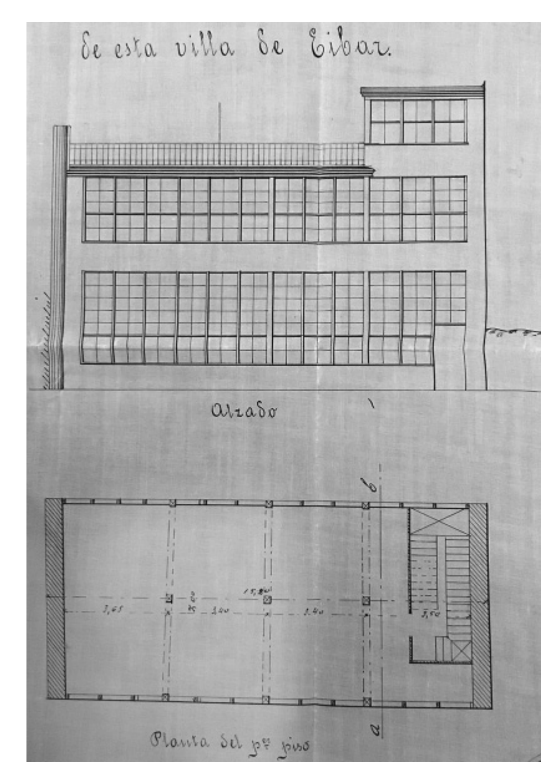


Figura 4
Proyecto de un taller en la parte zaguera de Arragüeta y Grabadores. 1910 AME C5 25.31

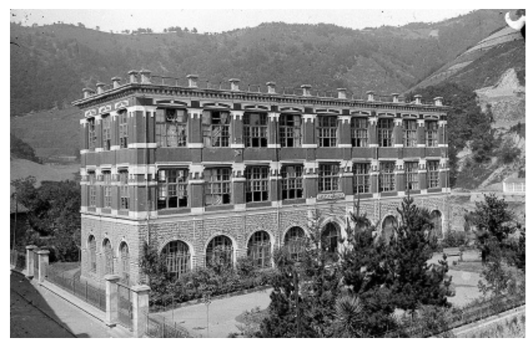


Figura 5
Escuela de Armería. 1913. Archivo Foral de Gipuzkoa OA5101.

Este centro de formación profesional, pionero en España, estaba apoyado por los empresarios y el ayuntamiento. Su objetivo era conseguir obreros especializados de calidad. En el momento de plantearse la idea y de llevarse a cabo, fue un edificio emblemático del progreso de la ciudad. El proyecto de Augusto Aguirre tenía un especial cuidado en la composición de las fachadas. Utilizó un basamento con grandes arcos de medio punto y un aplacado de piedra artificial que le daba una textura almohadillada a la base. Los dos pisos superiores se cerraban con ladrillo, haciendo un juego de avances y retranqueos con pilastras, impostas, capiteles y basamentos, que se remataba con la bicromía de la pintura final que lo enlucía todo. El resultado se parecía a los pabellones de mayor valor representativo de los complejos fabriles catalanes o ingleses. Una arquitectura con una fisonomía muy diferente a la de la vivienda habitual en la ciudad, pero con la calidad estética suficiente como para tener una presencia respetable. El cemento se usaba para el revestimiento decorativo, haciendo impostas, capiteles, molduras y otros elementos que luego se pintaban para fingir el color de la piedra o del ladrillo.

En 1913, la «reforma del taller de Domingo Arregui» (figura 6) y en 1916 (AME C5 29.41), el «taller para José Quintana en Ibarrecruz» (AME C5 31.8) revelan que la propuesta de Aguirre ha gustado y que se va a seguir en la composición de la envolvente de los nuevos edificios. En los dos talleres se incluyen pilastras y molduras para «vestir» la fachada, en una versión simplificada de la Escuela de Armería. En lo sucesivo las estructuras de hormigón sustituirán a las de madera, dejando así: «suelos y techo de hormigón

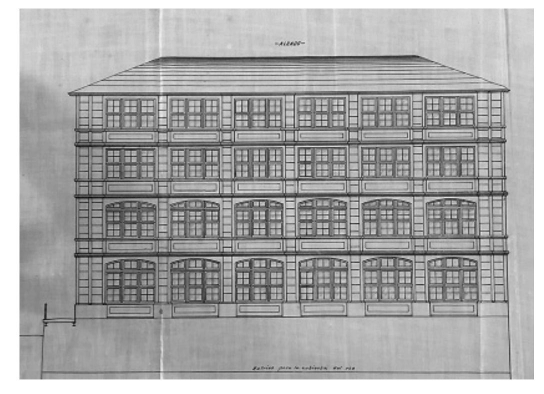


Figura 6
Reforma del taller de Domingo Arregui. 1916. AME C5 29.41

armado, quedando un edificio perfectamente incombustible».

1928–1939. Hacia La Madurez En El Uso Del Hormigón

El pueblo que en 1890 tenía 5.382 habitantes, 5 grandes empresas y acababa de ser electrificado, en 1928 había llegado casi a los 13.000 habitantes y tenía 105 fábricas de cierta entidad. En 1920 se constituye la cooperativa Alfa, formada por un grupo de 40 obreros que se unieron para hacer una sola empresa. La firma, que se haría famosa más tarde por las máquinas de coser, siguió creciendo y en 1928 encargaba un nuevo edificio para fábrica a Ramón Cortázar (figura 7). Cortázar hizo una pieza de varias plantas, con estructura de hormigón armado. El resultado que vemos en las fotografías de la época, muestra el exterior sin revestimientos, pero en el proyecto original hay detalles como las molduras ornamentales en los antepechos o los arcos que aparecen en algunos lugares de la fachada que muestran una clara voluntad representativa. Incluso la manera de disponer el fenestraje revela que las fachadas se habían dejado «en suerte» para ser rematadas con pintura o con raseos de cemento haciendo molduras.

Alfa es el edificio que define cuál era el modelo de referencia de la arquitectura industrial eibarresa en 1928. Encargada por una cooperativa muy prestigiosa a un arquitecto importante, Ramón Cortázar, puede ser considerada como el fiel de la balanza. Este episodio muestra que las formas compositivas del

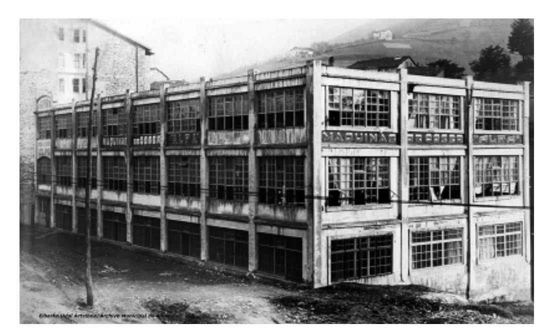


Figura 7
Fábrica de Alfa. 1928. Archivo Municipal de Eibar A EDIF01

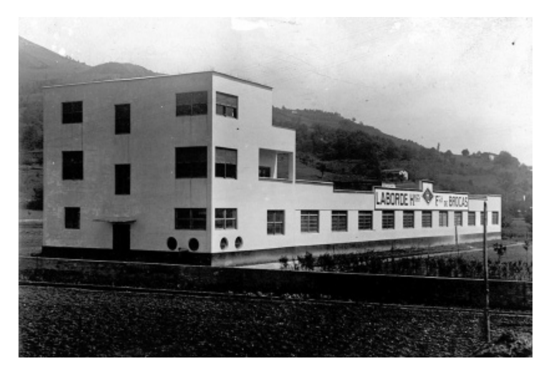


Figura 8
Laborde Hermanos en Andoain. 1928. Archivo Luis Tolosa.

movimiento moderno no habían hecho su aparición en las nuevas construcciones industriales eibarresas. Los años 1928 y 1929 son los del Náutico de San Sebastián, a cargo de Aizpurua, y del edificio de Laborde Hermanos en Andoain, de Luis Tolosa Amilibia (figura 8). El segundo caso es menos conocido que el primero, pero supone el primer edificio industrial que plantea un proyecto claramente racionalista.

En ese final de la década de 1920 aparece la figura de Urbano de Manchobas, arquitecto municipal de Eibar a partir de 1928. A él se deben los primeros edificios residenciales que utilizan hormigón armado y un lenguaje propio del movimiento moderno. También tendrá proyectos industriales interesantes, pero todavía un tanto dubitativos. De hecho, habrá que esperar hasta 1938, cuando Raimundo Alberdi emplee unas fórmulas compositivas en la línea de trabajo del racionalismo. Los edificios de Aguirre y Aranzabal, Olave y Solozábal o Gabilondo, (figura 9) muestran sin complejos su parentesco con el Naútico de Aizpurua.

Pero antes de que este estilo moderno llegue al mundo del hormigón armado, despunta un tipo de edificación característicamente eibarresa que solo es viable, con un tamaño significativo, si se usan las estructuras de hormigón de pilar, viga y forjado. Se trata del edificio industrial que está pensado para ir creciendo de forma modular, en pequeños tramos sucesivos, hasta los límites topográficos y urbanísticos.

Uno de los primeros ejemplos es el proyecto de Urbano de Manchobas, para un «Taller para Don José Solaegui en Macharia», en abril de 1930 (AME C5 38.24). Se trata de un pabellón de baja más uno, de hormigón armado y cubierta plana. Manchobas



Figura 9
José Ronco. Gabilondo.

Figura 10
Taller para Don José Solaegui en Macharia. El crecimiento del edificio a.

usa un registro estilístico escueto y sobrio, pero el aplacado de la base lo aleja de la desnudez racionalista. La primera ampliación es de septiembre de 1930 y añade un pequeño almacén lateral. En marzo de 1931, el almacén lateral es absorbido por el edificio inicial y se añade un piso más a todo. La tercera ampliación es de agosto de 1931, como las anteriores

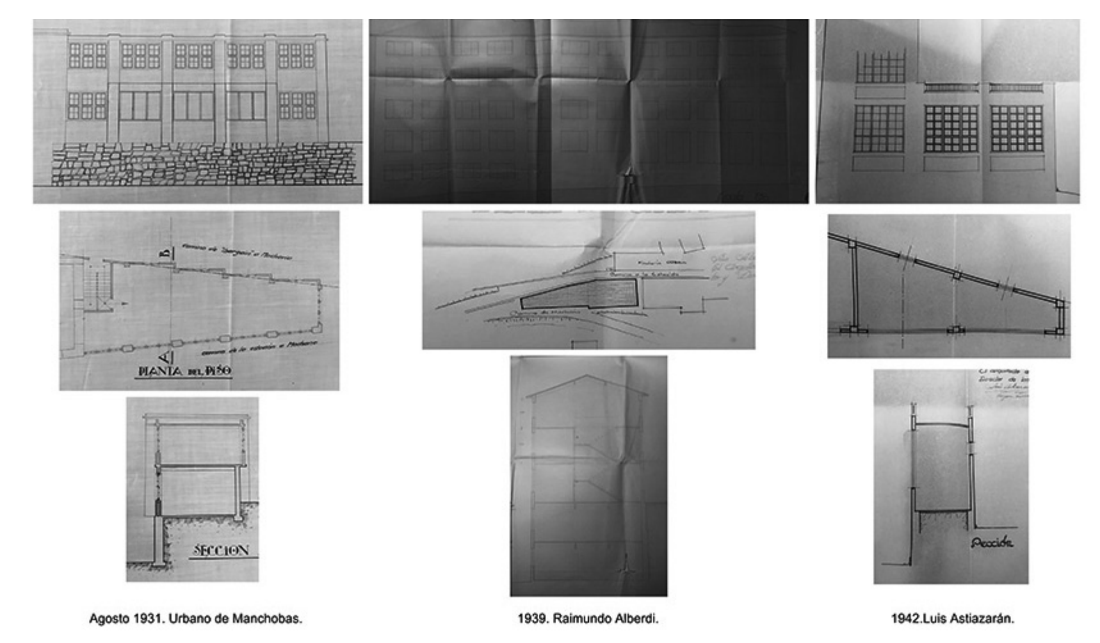


Figura 11
Taller para Don José Solaegui en Macharia. El crecimiento del edificio b.

es de Manchobas, y añade otro tramo lateral a lo precedente. Hasta este momento, de abril de 1930 a agosto de 1931, la construcción inicial ha duplicado sobradamente su planta y ha subido de baja más uno, a baja más dos (figuras 10 y 11).

Después de la guerra civil, Urbano de Manchobas es depurado por las autoridades franquistas y Raimundo Alberdi es el arquitecto que consigue los edificios industriales más interesantes. Los socios de la firma después de la guerra eran Solaun, Rubio y Ormaechea (figura 12). Ellos encargaron a Alberdi un aumento de dos plantas a todo el conjunto. Además de responder al encargo, Alberdi unificó la composición del conjunto y le dio a toda la fachada un aspecto homogéneo que encajaba mejor con los parámetros modernos.

Esta forma de crecimiento, como un aglomerado de ampliaciones más pequeñas o más grandes, que, en ocasiones, pueden reunir usos industriales, con oficinas o viviendas, va a ser característico de ámbito Eibarrés. El edificio de BH en Urkizu (figura 13) siguió una dinámica de crecimiento de este tipo y

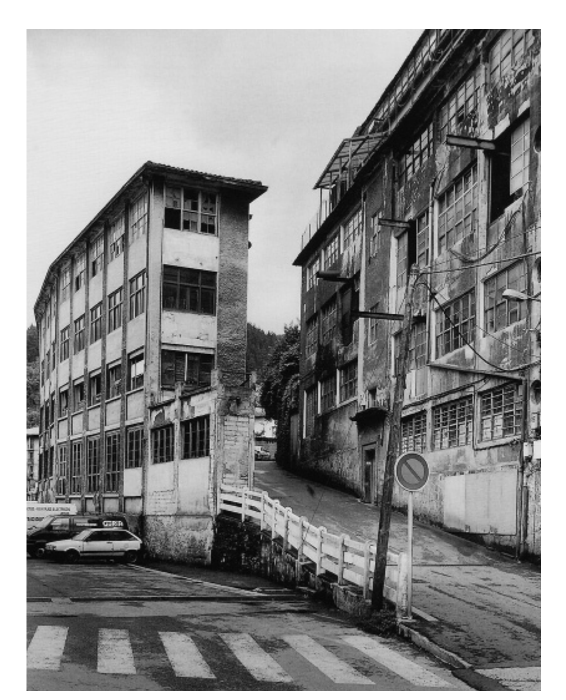


Figura 12
Jose Ronco. Taller para Solaun, Rubio y Ormaechea.



Figura 13
Edificios de BH. Archivo Municipal de Eibar. A EDIF01.

cuando el impulso económico se detuvo y llegó la recesión a la empresa, su sede fue tabicada y alquilada por trozos para hacer diferentes talleres más pequeños, un batzoki, un supermercado y otros negocios de servicios.

La técnica de disponer una pequeña lámina de agua en la azotea, servía para mantener la integridad del cemento, para que en el futuro pudiera subirse en altura, alguna o algunas plantas más, según los casos. Por eso existe un paisaje industrial denso, con cubiertas aterrazadas con lámina de agua, que pueden estar a diferente altura.

1938–1942. Hacia La Formulación De Una Nueva Estética

Será a partir de 1938, cuando el uso del hormigón sea ya habitual, cuando aparezcan de manera decidida unas fórmulas de composición que se derivan del movimiento moderno. Paradójicamente será en la posguerra cuando se den los mejores ejemplos de arquitectura industrial moderna, toda ella de hormigón armado y proyectada por arquitectos que simultaneaban estos trabajos con los edificios neoescurialenses del Régimen o con las directrices estéticas de la Dirección de Arquitectura que dirigía Pedro Muguruza.

La industria eibarresa, pese a la destrucción de una gran parte del tejido urbano en la guerra, se recompuso a una velocidad sorprendente. Ese tejido productivo que se atomizaba por todos los rincones, aprovechó la ocasión de que en España hacía falta mucho de casi todo y se puso a fabricar todo tipo de

productos relacionados sobre todo con pequeñas máquinas, herramientas, bicicletas o motocicletas, artículos de oficina, etc. De esta forma, ya en 1938 y 1939 se estaban levantando fábricas a la vez que se limpiaban los cascotes de los bombardeos y se reconstruía el tejido urbano.

Es más, entre 1938 y el final de la década de 1950, se desarrolló una arquitectura industrial en la que no se notaba en absoluto que hubiera habido una guerra civil. Si la guerra no hubiera tenido lugar y la arquitectura hubiera seguido la trayectoria marcada por Aizpurua, los edificios industriales no serían muy diferentes. Los propios arquitectos de la Dirección General de Regiones Devastadas, como Joaquín Domínguez, hicieron proyectos de fábricas para los empresarios locales, que eran manifiestamente modernos. Los casos de Lambretta y Alfa, de Domínguez, de 1953 y 1956 son paradigmáticos en este sentido (figura14).

Lista de Referencias

AAVV. 2000. «Arquitectura e Industria Modernas 1900 – 1965». *Actas del II Seminario Docomomo Ibérico*. Barcelona. DOCOMOMO Ibérico.

AAVV. 2005. *La arquitectura de la industria. Registro Docomomo Ibérico 1925–1965*. Fundación Docomomo Ibérico. Barcelona.

AAVV. 2009. *La vivienda Moderna. Registro Docomomo Ibérico 1925–1965*. Fundación Docomomo Ibérico. Barcelona.

AAVV. 2010. *Equipamientos I. Lugares públicos y nuevos programas, 1925–1965*. Registro Docomomo Ibérico. Fundación Docomomo Ibérico. Barcelona.

AAVV. 2010. *Equipamientos II. Lugares públicos y nuevos programas, 1925–1965*. Registro Docomomo Ibérico. Fundación Docomomo Ibérico. Barcelona.

Apraiz Sahagún, A.; Martínez Matía, A. 2008. *Arquitectura industrial en Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa. Archivo General de Gipuzkoa. Formato PDF. Disponible en http://www.artxibogipuzkoa.gipuzkoakultura.net/libros-e-liburuak/bekak-becas06.pdf

Azpiri Albistegui, A. 2004. *Guía de Arquitectura en Gipuzkoa, 1850–1960*. Donostia-San Sebastián: Nerea.

Astrain, L.; Azpiri, A.; Tejada, Á.;Arizmendi, F.; Briones, J.L.; Fontán, C.; Sesé, L.; *Guía de arquitectura de Gipuzkoa, 1850–1960*, San Sebastián: Diputación Foral, COAVN y Editorial Nerea.

Azpiri Albistegui, A. 2012. «El problema de la autoría en Luis Tolosa» y «La arquitectura industrial» en: Azpiri, A. (Coord), García, L.; Sánchez, D.; Etxepare, L.; García Nieto, F.; *La arquitectura de Luis Tolosa*, San Sebastián, Puerto de Pasajes, COAVN y NEREA.





Figura 14
Edificios de Lambretta y Alfa. Archivo Municipal de Eibar, 050LLM y A EDIF20.

Azpiri Albistegui, A. 2015. «Gipuzkoa 1928–1959. La fábrica alemana y la casa vasca». En: Otra historia. *Estudios sobre arquitectura y urbanismo en honor de Carlos Sambricio*, Editorial Lampreave. Madrid.

Baldellou, M. A. 1995. «Hacia una arquitectura racional española»**.** **E**n: Baldellou, Miguel Ángel Y Capitel, Antón. *Arquitectura española del siglo XX*. Madrid. SUMMA ARTIS vol. 40. Espasa Calpe.

Curtis, W.J.R. 1987. *Le Corbusier ideas y formas*. Madrid. Herman Blume.

Flores, C. 1951. *Arquitectura Española Contemporánea*. Bilbao. Aguilar.

Galarraga Aldanonodo, I.; Azpiri Albistegui, A.; López De Aberasturi, A. 2002. *Ensanches urbanos en las ciudades vascas*. Vitoria – Gasteiz. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Garate, M. M. 1976. *El proceso de desarrollo económico en Guipúzcoa*. Donostia– San Sebastián.

García Brañas, C.; Landrove, S.; Tostoes, A. 2005. *La arquitectura de la industria, 1925–1965*. Registro DOCOMOMO Ibérico, Barcelona. Fundación DOCOMOMO Ibérico.

García Manrique, E. 1961. *Eibar. Inmigración y desarrollo urbano e industrial*. Zaragoza.

García Moreno, L. 2012. «El hormigón armado y la construcción racionalista de Luis Tolosa». En: *La Arquitectura de Luis Tolosa*, Colección arquitectos guipuzcoanos de COAVN. Editan APP, COAVN, Nerea. San Sebastián.

Gutiérrez Arosa, J. 2007. *La Guerra Civil en Eibar y en Elgeta*. Eibar y Elgeta. Ayuntamiento de Eibar, Ayuntamiento de Elgeta y Comisión Ego Ibarra.

Hernando, J. 1989. *Arquitectura en España: 1770–1900*, Madrid. Ediciones Cátedra.

Hitchcock, H. 1981. *Arquitectura de los siglos XIX y XX*, Madrid. Cátedra.

Ibáñez, M.; Torrecilla, M.J.; Zabala, M. 1990. *Arqueología industrial en Gipuzkoa*. Bilbao.

Iza-Goñozola De Miguel, F.J. 2005. *ALFA. S.A. Motor social y económico de la vida eibarresa*. Eibar. Ayuntamiento de Eibar y Comisión Ego Ibarra.

Martínez, A. 2012. «Lambretta locomociones». En: VVAA. *Patrimonio industrial en el País Vasco*. Vitoria-Gasteiz. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Medina Murua, J. A. 2011. *José Manuel Aizpurua y Joaquín Labayen*. San Sebastián. COAVN. Colección Arquitectos Guipuzcoanos nº 2.

Mújica,G. 1990. *Monografía Histórica de la villa de Eibar*. Eibar. Ayuntamiento de Eibar. 1ª ed.1908.

Muñoz, J. 2011. «La arquitectura racionalista en Bilbao (1927–1950) Tradición y modernidad en la época de la máquina». Tesis Doctoral inédita. Bilbao. Disponible en el repositorio de la biblioteca de la UPV-EHU.

Pérez De La Peña, Gorka; Uriarte, Iñaki. 2005. «Arquitectura industrial en el País Vasco y Navarra». En: VVAA. *Registro del Docomomo Ibérico. La arquitectura de la industria, 1925–1965*. Barcelona. Fundación Docomomo Ibérico.

Ronco, J. 2001. *Eibar. Ciudad taller*. Elgoibar. Ongarri kultur elkartea.

Ruiz Urbón, Y. (coord.) 2002. *Eibar Argipean. Cien años de fotografía. Castrillo Ortuoste Fondoa*. Eibar. Caja Laboral y Comisión Ego Ibarra.

Sambricio, C. 1980. *Cuando se quiso resucitar la arquitectura*, Murcia, Comisión de Cultura del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos. Galería-Librería Yebra. Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma, 1983 (1980).

Sambricio, C. 1987. «Madrid, 1941: tercer año de la Victoria». En *Arquitectura de Regiones Devastadas*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 78–100.

Sanz Esquide, J. A. 1986. «La arquitectura en el País Vasco durante los años 30»**.** **E**n: Moya, Adelina; Sáenz De Gorbea, Xabier; Sanz Esquide, José Ángel; *Arte y artistas vascos de los años 30*, San Sebastián, Diputación Foral de Gipuzkoa.

Sanz Esquide, J. A. 1990. «Actualidad de los años treinta». En *Composición arquitectónica*, (7): 1–8.

Sanz Esquide, J. A. 1995. *Real Club Náutico de San Sebastián, 1.928–1.929*. Barcelona. Colegio de Arquitectos de Almeria.

Sesé Madrazo, L. 1997. «El estilo en la arquitectura residencial en San Sebastián (1865–1940)». Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián. Universidad del País Vasco. Tesis Doctoral.

Sobrino, J. 1996. *Arquitectura Industrial en España, 1830 – 1990*. Madrid. Cátedra.

Las fuentes documentales en la historia de la construcción de las reducciones jesuítico-guaraníes

Caroline Backof Timm

Las reducciones jesuítico-guaraníes fueron establecidas entre los siglos XVII y XVIII al sur del continente americano, uniendo esfuerzos de la corona de España y del orden católico de la Compañía de Jesús, junto a los habitantes locales, los guaraníes. Estos asentamientos de misiones muestran un desarrollo histórico, social, cultural y material de gran importancia, combinando elementos guaraníes y europeos, dando como resultado una manifestación cultural propia y original. Actualmente, quedan como testigos de estas reducciones jesuítico-guaraníes, sus ruinas y su legado histórico y cultural. Estas ruinas conforman la base necesaria para el estudio de los aspectos relevantes de su conformación espacial y las técnicas de construcción desarrolladas en estos asentamientos.

Este artículo plantea la utilización de relatos históricos como fuentes auxiliares en la comprensión de la historia de la construcción de estas reducciones. Han sido catalogados, sistematizados, y analizados relatos históricos publicados entre los siglos XVIII y XIX, que señalan aspectos de la construcción de estos asentamientos. La sistematización y el análisis de estas fuentes documentales aportan información al estudio de las características constructivas de dichas reducciones, aclarando aspectos de tecnología constructiva, de su desarrollo y sobre el empleo de materiales de construcción. De esta manera, este análisis contribuye a la investigación de la historia y de la arquitectura, desarrolladas en las reducciones jesuítico-guaraníes.

Introducción

Las reducciones jesuítico-guaraníes, establecidas en el sur del continente americano en los dominios coloniales españoles, consistían en pueblos de misiones formados por la Compañía de Jesús y los habitantes nativos de la región: los guaraníes. Tenían como objetivo reunir a los habitantes guaraníes y su cristianización. Cada una de estas reducciones, que contaba con dos o tres jesuitas, albergaba a una población guaraní que podía llegar a los 5.000 indígenas. Estas reducciones estaban organizadas en torno a actividades religiosas y una rígida rutina de trabajo, la cual consistía en el cultivo y en la crianza de animales, garantizando de esta manera la subsistencia de su población.

Durante los siglos XVII y XVIII se desarrollaron más de treinta reducciones jesuítico-guaraníes –conocidas como reducciones del Paraguay– que llegaron a una población total de aproximadamente 150.000 habitantes en la primera mitad del siglo XVIII. No obstante, a partir de mediados del siglo XVIII, una sucesión de eventos produjo cambios significativos en el sistema de las reducciones, los cuales conllevaron a un gradual deterioro y a su desmantelamiento a principios del siglo XIX. Sin embargo, y pese a que no sobrevivieran, estas reducciones formaron un importante sistema dentro su contexto y señalan un desarrollo histórico y social en el que se combinan elementos guaraníes y europeos, ofreciendo como resultado una manifestación cultural original.

En el siglo XIX, los restos materiales de estos asentamientos en abandono experimentaron un gran deterioro, lo que provocó que llegaran al siglo XX ya en ruinas. Sin embargo, esta progresiva decadencia no evitó que llamaran la atención de los viajeros decimonónicos, quienes dejaron relatos de sus impresiones sobre lo que se encontraron en las visitas realizadas a este territorio.[1] Estas descripciones contienen información relevante sobre los aspectos socioculturales y constructivos de los pueblos que, tras un análisis sistematizado, contribuyen al estudio y a la aclaración de los aspectos relacionados con el desarrollo formal y material de las reducciones. Del mismo modo, en el siglo XVIII, se produjeron otros documentos, tales como el inventario tras la expulsión de los jesuitas de las reducciones, donde se puede encontrar una relación detallada de todo lo que poseía cada una de las reducciones, y de donde se pueden extraer datos de la morfología constructiva de estos pueblos.[2]

En este sentido, este artículo se propone reunir, sistematizar y analizar las fuentes documentales de los siglos XVIII y XIX sobre las reducciones. Las fuentes contempladas para tal objetivo serán aquellas que aporten datos sobre el desarrollo formal, sus tipologías y las características constructivas realizadas cuando todavía se conservaban estas edificaciones en las reducciones. En particular se busca enfocar los datos relativos a los aspectos constructivos de los elementos que ya no se conservan o de los cuales hay pocos restos en la actualidad, aclarando así algunos aspectos sobre la forma y el desarrollo constructivo que experimentaron durante el sistema misional. Esta información viene a complementar la investigación de este campo de estudio, y también a las publicaciones de los jesuitas, como A. Sepp y J. Cardiel, responsables de las reducciones (Sepp [1696] 1971; Sepp [1709] 1973; Cardiel [1747] 1953; Cardiel [1771] 1994).

Forma y espacio

Estas reducciones ocupaban un extenso territorio y estaban ubicadas guardando una distancia regular entre ellas (figura 1). Esta distribución en el territorio posibilitaba una comunicación eficiente entre las reducciones, contribuía a su defensa y garantizaba suficiente espacio de cultivo para cada una de ellas.[3]



Figura 1
Plano de localización de las treinta reducciones del Paraguay.

Para el emplazamiento de cada reducción, se escogía un terreno apropiado en las vastas pampas. La elección de este terreno estaba determinada por varias necesidades, tales como una ligera inclinación –permitiendo el desagüe de las abundantes lluvias subtropicales– y la proximidad de ríos y fuentes de agua, así como del bosque (Sepp [1696] 1971; Cardiel [1747] 1953). De esta manera, quedaban garantizadas la caza y pesca para la manutención de los asentamientos, así como la madera, necesaria para las construcciones.

Estas reducciones seguían un trazado ortogonal, conformando núcleos similares entre ellos, y cuyo origen era una gran plaza rectangular. Desde esta plaza central se disponían ortogonalmente las edificaciones de las reducciones. A uno de los lados de esta plaza se encontraba ubicado el núcleo religioso. En los otros tres lados se situaban grandes edificaciones destinadas a conformar las habitaciones de la población guaraní (figura 2).

La gran plaza rectangular estaba situada en el centro de la reducción; era su espacio de reunión, y el lugar destinado para las actividades cívicas y religiosas. Tenía unas dimensiones que iban desde los 130 a los 160 metros por cada lateral. En este sentido, el inventario de 1768 describe la plaza de la reducción de San Luis de 194 x 148 varas (Brabo 1872). Saint-Hilaire (1887) apunta que las dimensiones de las plazas de las reducciones tendrían unos 150 ó 200 pasos

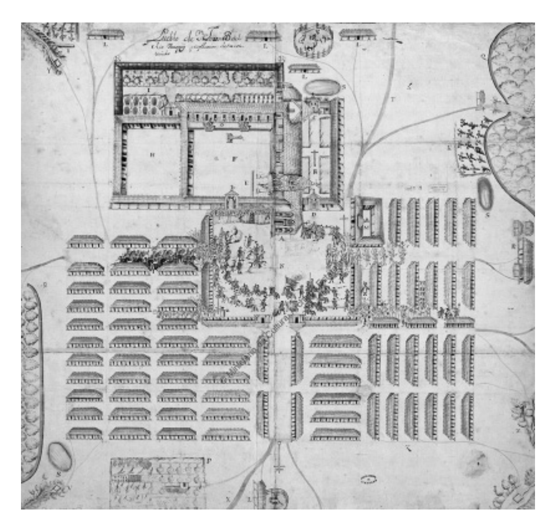


Figura 2
Reducción de San Juan a mediados del siglo XVIII. (Archivo General de Simancas).

aproximadamente. A su vez, Isabelle (1835) describe las plazas de 500 x 400 pies, y Avé-Lallemant (1859) menciona la plaza verde de San Luis de 400 pies de largo.

El núcleo religioso, dispuesto a uno de los lados de la plaza, constituía el conjunto edificado de mayor importancia, debido a su función en la reducción. En él estaban situadas las edificaciones de la iglesia, el colegio, oficinas, un huerto y el cementerio.

En los otros tres lados de la plaza se disponían de manera ordenada las viviendas de los guaraníes. Se trataba de grandes edificaciones rectangulares, divididas en habitaciones unifamiliares. Estas edificaciones se disponían ordenadamente alrededor de la plaza a partir de ejes perpendiculares. Entre estas edificaciones se conformaba un espacio de circulación, es decir, las calles de la reducción, las cuales contaban con unos 15 metros de ancho, aproximadamente.[4] Dada la variación demográfica de la población guaraní a lo largo del sistema misional, se podían añadir edificaciones residenciales en los extremos de estos tres lados, sin comprometer la regularidad y ordenación de su trazado.

Complementando el núcleo de las reducciones existían edificaciones destinadas a las funciones cívicas y de apoyo. Entre ellas estaba la edificación del cabildo –la municipalidad– ubicada contiguamente a la plaza. También la edificación del *cotiguazú*, que acogía a viudas y huérfanos. El *tambo* a su vez, era la edificación destinada a hospedar a los viajeros. Además del núcleo de las reducciones, había un gran espacio de tierra para el cultivo y la crianza de animales, indispensables para su subsistencia y mantenimiento.

Técnica constructiva

La tecnología empleada en las construcciones de las reducciones señala un proceso de desarrollo gradual a lo largo de los casi dos siglos del sistema misional. El conocimiento de los materiales disponibles en la zona, la aplicación de los mismos y el resultado del consecuente desarrollo de los medios y modos de construir en las reducciones, pueden verse a través de sus vestigios y señalan una de las diversas dimensiones de esta empresa. Las edificaciones eran construidas con materiales de la región, combinando saberes tradicionales guaraníes y técnicas procedentes de Europa.

Al comienzo de la formación de estas reducciones, la técnica constructiva estaba basada en la tradición de la región. Se empleaban materiales disponibles en los bosques, como árboles (maderas, hojas), barro, y fibras vegetales (Sepp [1709] 1973; Cardiel [1771] 1994). Los troncos de los árboles funcionaban como la estructura de las edificaciones, las cuales se cubrían y cerraban con paja, hojas y barro. Estos materiales, de un carácter efímero, acabaron por determinar la provisionalidad de estas construcciones.

A partir del establecimiento de estas primeras construcciones en las reducciones, los pueblos tuvieron un desarrollo en su tecnología constructiva. Este proceso, relacionado con la consolidación de las reducciones, caracteriza una nueva etapa constructiva, de un carácter más estable, y en la que la estructura de las edificaciones y sus cierres se convirtieron en elementos más elaborados, de igual modo que sucedería con su lenguaje arquitectónico.

Los materiales utilizados en las edificaciones de las reducciones durante esta etapa seguían siendo aquellos disponibles en la naturaleza, sin embargo, se desarrollaba su técnica de utilización. La madera robusta, exigía un mayor esfuerzo de transporte e instalación que en la etapa anterior. También se pasó a trabajar el barro, siendo moldeado y secado al sol, produciendo adobes. Posteriormente, éstos comenza-

ron a ser quemados en el horno, obteniendo así ladrillos, tejas y baldosas cerámicas. Se pasó al empleo de piedra, la cual era extraída de las proximidades de las reducciones. Con estos cambios graduales en la utilización de los materiales, se pudo llegar a una mayor durabilidad de las construcciones.

Las estructuras de las edificaciones en las reducciones eran leñosas, con columnas soportando la cubierta, y con paredes de simple cierre –sin función estructural–. Primero se emplazaban las columnas de madera de las construcciones, clavadas en el suelo, y sobre ellas se situaba una estructura de cubierta, que se recubría con tejas cerámicas.[5] Esta cubierta se extendía en amplios faldones, formando así galerías perimetrales de circulación en las edificaciones.[6] El cierre de las paredes de las construcciones estaba realizado en tapial, torchis, adobes, y en piedra (mampuestos y sillares).

El empleo de las columnas de madera con cierres en adobe o en piedra, la sencilla forma resultante y el apropiado empleo de esta técnica –con la solución de grandes faldones y galerías circundantes–, conformaron una arquitectura conectada con el medio, una técnica adaptada de la tradición y original en lo que a su lenguaje se refiere. Hasta la actualidad han sobrevivido solamente vestigios de las construcciones de esta etapa (figura 3). Es en este periodo constructivo en particular sobre el que se sitúan las aportaciones de las fuentes documentales de los siglos XVIII y XIX analizadas, contribuyendo de esta manera a aclarar aspectos constructivos de esta etapa considerada singular en su resultado.



Figura 3
Ruinas del núcleo religioso de San Juan a principios del siglo XX. (Archivo Noronha Santos, IPHAN/RJ).

En la tercera década del siglo XVIII se empleó otra técnica constructiva en tres de las reducciones – San Miguel, Trinidad y Jesús–. Este momento, que coincide con el pico demográfico en las reducciones, señala la llegada de arquitectos jesuitas europeos. Estos arquitectos pasaron a utilizar en sus construcciones en las reducciones una técnica relacionada con el referente europeo, tanto en términos de materiales como del lenguaje arquitectónico.

Esta etapa, más reciente y empleada de forma más puntual, representó un gran cambio en la manera de construir en las reducciones, ya que comenzó a utilizarse la piedra labrada en grandes sillares. Estos grandes sillares conformaban las paredes portantes de las edificaciones, confiriendo un carácter de robustez y monumentalidad al conjunto, y logrando, de esta forma, edificaciones más duraderas.[7] Se trata de la etapa constructiva de la que se pueden encontrar más vestigios en la actualidad, los cuales posibilitan un entendimiento, no sólo de la técnica empleada, sino también de cómo se organizaban espacialmente las reducciones.[8]

Tipos arquitectónicos

Iglesia

La iglesia constituía la edificación de mayor importancia en las reducciones. Dada su función, se trataba de las edificaciones mejor construidas en las misiones. Eran de gran tamaño para poder albergar a toda su población en las actividades religiosas (Cardiel [1747] 1953). Estaban ubicadas en uno de los laterales de la plaza y situadas en su eje central, de manera que la calle de acceso a los pueblos tenía su fachada como punto focal.

Estas edificaciones tenían un pórtico frontal, a cuyo acceso se daba a través de algunos peldaños. En este sentido, los viajeros indican que los pórticos de las iglesias contaban con hileras de columnas labradas de madera, las cuales tenían capiteles de orden clásico (Saint-Hilaire 1887; Isabelle 1835; Avé-Lallemant 1859; Silveira 1909). Los frontispicios son citados como bien trabajados y adornados con nichos y estatuas (figura 4) (Gay 1863; Silveira 1909). Las iglesias poseían también un campanario situado junto al primer patio del colegio.[9]

A la iglesia se accedía, a través del pórtico, por tres puertas pintadas y esculpidas, las cuales corres-



Figura 4
Frontispicio de la iglesia de San Luis. Imagen fotográfica de 1876. (Silveira, 1909).



Figura 5
Detalles de las jambas y dinteles de la iglesia de San Borja. (Demersay 1860).

pondían a sus tres naves (Saint-Hilaire 1887; Isabelle 1835).[10] Las dimensiones de la puerta principal tienen una estimación de unas 5 varas de ancho por 8 varas de alto (Ambrosetti 1892). En los laterales de la iglesia se encontraban también puertas que comunicaban con el primer patio y el cementerio. Asimismo, había varias ventanas, que iluminaban y ventilaban la iglesia (Cardiel [1747] 1953).

Las iglesias tenían una planta rectangular y la disposición de las columnas estructurales de madera enmarcaba sus naves.[11] Contaban normalmente con tres altares –a veces se indica la existencia de cinco– dos sacristías, y también un bautisterio. Las dimensiones de las iglesias variaban, teniendo en media de unos 68 metros de longitud y 26 metros de ancho (Gay 1863; Brabo 1872; Azara 1873; Saint-Hilaire 1887). Las columnas de las iglesias, realizadas en madera, son descritas en las fuentes documentales como labradas con bases y capiteles –en los órdenes dórico, jónico, compuesto o toscano–, pintados, y, en ocasiones, colocadas dos a dos sobre un mismo pedestal (Alvear 1836; Gay 1863; Saint-Hilaire 1887).

Las paredes eran de piedra labrada, tal y como indica, Saint-Hilaire (1887) y Isabelle (1835).[12] Se menciona que en San Borja tenían un acabado resistente, compuesto por una mezcla de arena, barro, y estiércol de vaca (Saint-Hilaire 1887) y, asimismo, se indica la existencia de un acabado para su blanqueamiento, así como pinturas.[13] Del mismo modo, se mencionan los suelos realizados con ladrillos cerámicos, los cuales respondían a diversos formatos e incluso podían llegar a estar pintados (Gay 1863; Saint-Hilaire 1887; Silveira 1909). Además, se describen detalles de las iglesias –como las jambas y dinteles– labrados en piedra de forma muy cuidadosa (figura 5).

Estas edificaciones tenían bóveda y cúpula realizadas en madera. Éstas son referenciadas por los jesuitas Sepp ([1709] 1973) y Cardiel ([1747] 1953), y también en la documentación escrita en el siglo XVIII (Brabo 1872; Azara 1873). Los viajeros del XIX indican vestigios de estas cúpulas, en media naranja, y las describen como ricamente pintadas y adornadas (Isabelle 1835; Gay 1863; Saint-Hilaire 1887). Externamente tenían una forma piramidal, de base cuadrada, que es mencionada en las fuentes documentales analizadas –e ilustrada en la iconografía de San Juan a mediados del siglo XVIII (figura 2), y de la que se pueden percibir vestigios en la fotografía de San Luis (figura 4)–.

Colegio y talleres

Al lado de la iglesia se encontraba el colegio, la residencia de los jesuitas, y los talleres, con salas dispuestas alrededor de dos patios rectangulares comunicados entre sí. Esta construcción estaba cubierta con tejas, a dos aguas, terminando en amplios faldones que conformaban galerías cubiertas en su perímetro y facilitaban la circulación (figura 6). Las dimensiones de estas galerías son descritas como de 6 pasos ó 14 pies de ancho (Saint-Hilaire 1887; Avé-Lallemant 1859).



Figura 6
Colegio de San Luis. Fotografía anterior a su demolición en los años 30. (Archivo Noronha Santos, IPHAN/RJ).

En las salas del primer patio se ubicaban las habitaciones de los jesuitas y huéspedes, el refectorio, el almacén, la habitación del mayordomo, la sala para armería y vestimentas, la sala para la escuela de danzas, la escuela (leer, escribir y música) y la habitación del portero (Cardiel [1747] 1953, 154; Brabo 1872). Estas salas daban al patio central y se disponían a lo largo de dos de sus lados (en el costado posterior cerca del huerto y entre los dos patios). En los otros dos laterales discurrían las galerías cubiertas para la circulación. El acceso a ese primer patio era a través de la sacristía de la iglesia y también a través de una puerta que daba a la plaza y era custodiada por el portero. Según las fuentes analizadas de los siglos XVIII y XIX, el número de salas en los patios variaba conforme a los pueblos. El jesuita Cardiel ([1747] 1953), apuntó aproximadamente de 10 a 12 salas en el primer patio. En el inventario del año 1768 se enumeran entre 13 y 15 salas, distribuidas en dos de sus costados (Brabo 1872).

También se indica en las fuentes documentales analizadas, el hallazgo de una estancia subterránea en este primer patio en algunos de los pueblos.[14] Se supuso entonces que este espacio, descrito como no muy profundo y de cerca de 4 x 4 metros, fuera la bodega y se encontraba situada bajo del refectorio (Avé-Lallemant 1859; Silveira 1909; Ambrosetti 1892).

En el segundo patio, al que se accedía a través del primero, las salas albergaban los diversos talleres de la reducción y almacenes. Algunas de las actividades que se desarrollaban en estos talleres eran las de carpintero, alfarero, herrero, platero, tejedor, rosariero, curtidor, panadero y pintor (Brabo 1872). En el inventario de 1768 se indican 11 salas distribuidas en los costados de este segundo patio.

Los patios tenían variaciones entre sí. Algunos son referenciados como más pequeños como los de San Ángel y de Santa María de Fe, y otros como mejores, mayores y más magníficos, como los de San Luis y Santa Rosa (Saint-Hilaire 1887; Azara 1873). En el caso de San Juan, se apunta que el primer patio estaba en una posición bastante elevada y cuyo acceso se daba a través de varias escaleras (Saint-Hilaire 1887).[15] En lo que a sus dimensiones se refiere, estos patios solían tener, aproximadamente, de 50 a 60 metros en cada lateral, siendo, normalmente, el segundo patio el más alargado.[16]

El colegio y los talleres estaban construidos con la misma técnica que la iglesia, en piedra labrada (Gay 1863; Saint-Hilaire, 1887). Ambrosetti (1892) hace referencia al colegio de San Miguel, realizado con piedras cúbicas, toscamente labradas. Los detalles como las columnas, jambas o dinteles, son descritos como elementos realizados en piedra pulida y con un acabado mucho más elaborado. En el caso del pueblo de San Lorenzo, por ejemplo, se señala que dichos detalles estaban muy bien trabajados y esculpidos en piedra arenisca (Avé-Lallemant 1859; Ambrosetti 1892; Silveira 1909). Además, se observa un blanqueo en las paredes en el colegio de San Miguel (Ambrosetti 1892). Del mismo modo, se señalan los techos pintados y el pavimento cubierto con baldosas cerámicas, ambas técnicas halladas en el colegio de San Luis (Silveira 1909).

Cementerio

Situado al otro lado de la iglesia se encontraba el cementerio, lugar en el que eran sepultados los guaraníes. Este cementerio estaba distribuido en cuatro partes, divididas por dos ejes perpendiculares. Las diferentes partes marcaban el espacio para el enterramiento de acuerdo al género y edad: hombres, mujeres, niños y niñas. El viajero Avé-Lallemant (1859) menciona la existencia de un crucero doble, de 13 pies de altura, esculpido en una única piedra, en el punto de encuentro de estos dos ejes, el cual se encontraba en el cementerio de San Lorenzo.[17]

El cementerio estaba amurallado (Saint-Hilaire 1887; Avé-Lallemant 1859). Asimismo, se indica la cerca cubierta con tejas, formando una galería en su perímetro (Brabo 1872). También se mencionan capillas en los cementerios, como en el caso de San Juan. Esta capilla fue descrita por Sepp ([1709] 1973) en el momento de su construcción, y citada en el inventario tras la expulsión (Brabo 1872). Posteriormente, el viajero Silveira (1909) cita los vestigios de sus cimientos en su visita al pueblo, ya mediados del siglo XVIII.

Huerto

Detrás de este conjunto religioso, ocupando toda su largura, se encontraba el huerto, el cual también estaba cercado por un muro de piedra. El inventario de 1768 describe el huerto como de una extensión de 200 varas de largo y un poco menos de ancho, y rodeado por un muro de piedra cuya altura era de 3 varas (Brabo 1872).

En ese espacio se cultivaban flores, frutas, hierbas, verduras y hortalizas. Entre ellas se podían encontrar especies de la región y variedades europeas. Los viajeros narran el deterioro de este espacio en las reducciones a lo largo del siglo XIX. Los huertos amurallados habían sido invadidos por la vegetación salvaje, aunque en ellos aún permanecían algunos árboles, según indican Saint-Hilaire (1887), Isabelle (1835) y Silveira (1909).

Viviendas de los guaraníes

Las viviendas de los guaraníes se encontraban dispuestas alrededor de los otros tres lados de la plaza de una manera ordenada y ortogonal. En cada uno de los laterales de la plaza se ubicaban dos de estas edificaciones, que dispuestas en secuencia formaban entre sí las calles del pueblo.

Estas viviendas consistían en una extensa edificación cubierta con amplios faldones, que conformaban galerías para la circulación. Estas galerías, de 2.5 metros de ancho, aproximadamente, eran sostenidas por pilares de piedra. Se indica que, en muchas ocasiones, estos pilares estaban hechos de una sola piedra, llegando a los 9 pies de altura (Brabo 1872; Azara 1873; Saint-Hilaire 1887). Asimismo, la distancia entre estos pilares era de 6 pasos, como observa Avé-Lallemant (1859).

Estas edificaciones alargadas estaban divididas en pequeñas habitaciones cuadrangulares de cerca de 5 metros cada lado. Estas habitaciones consistían en un único ambiente, con una puerta y ventana, y albergaban a una familia nuclear guaraní, es decir, a la pareja y a sus hijos.[18] En este sentido, Saint-Hilaire (1887) menciona que estas pequeñas habitaciones tenían cerca de 20 palmos en todas sus direcciones, y Azara (1873) las cita como de 7 varas por cada lado. Cada edificación estaba compuesta por un conjunto de pequeñas habitaciones, que variaba entre 6 y 12 unidades (Sepp [1709] 1973). Siendo así, estos datos indican que las dimensiones de estas viviendas debían ser entre 35 y 70 metros de largo –dependiendo del número de habitaciones– y, aproximadamente, 12 metros de ancho en total, contando con sus dos galerías.

En un primer momento de las reducciones, estas edificaciones de viviendas son descritas como chozas de tierra batida, con paredes de tierra apisonada y techos cubiertos de paja (Sepp [1696] 1971). Posteriormente, se añade la utilización de adobes en las paredes y el hecho de que los techos estaban recubiertos con tejas (Cardiel [1747] 1953). Entre los viajeros se mencionan las viviendas construidas con un enjaretado de madera y barro, con el tejado recubierto de tejas y los pilares de las galerías circundantes en piedra (Isabelle 1835). Hubo también viviendas en piedra en otros lugares, como por ejemplo en San Ignacio Mini y Trinidad.

Cabildo, Cotiguazú, Tambo y estructuras de apoyo

El cabildo constituía el órgano administrador de cada reducción. Debido a su importancia, se encontraba ubicado junto a la plaza de la reducción, ocupando uno o dos pabellones similares a las habitaciones de los guaraníes. Silveira (1909) califica la edificación del cabildo de San Nicolás como la mejor elaborada de los pueblos. Según Gay (1863) era una edificación con dos plantas. Estaba ubicada al norte de la plaza, y tenía nueve ventanas, tejado con tejas, y un conjunto de tres arcos a través de los cuales se veía una larga calle terminada por una alameda de naranjos (Saint-Hilaire 1887, 376).

El cotiguazú era el edificio destinado a acoger a las viudas y los huérfanos, así como a las mujeres cuyos maridos dejaban las reducciones. Consistía en una edificación que daba a un patio interior, y que solamente estaba comunicada con el exterior por una puerta, manteniendo así su función tipológica de proteger a sus habitantes (Cardiel [1747] 1953; Brabo 1872). Se situaba normalmente a la altura del núcleo religioso (figura 2).

El tambo era la edificación destinada a alojar a los visitantes de las reducciones. Éstos visitantes, viajeros que pasaban por las misiones, así como los comerciantes que llegaban a ellas para vender sus productos, se podían hospedar en el tambo por un periodo máximo de tres días (Cardiel [1747] 1953).[19]

Existían además, otras estructuras necesarias para las actividades de las reducciones. Estaban ubicadas en gran parte en las afueras del núcleo de la misión, y servían de apoyo a diversas funciones. Estas estructuras eran: hospitales (más remotos y de carácter temporal), canteras, tejares, caminos, capillas situadas en estos caminos, puentes y almacenes, entre otras (Sepp [1709] 1973; Cardiel [1747] 1953; Brabo 1872; Azara 1873). En los yerbales y estancias también se encontraban estructuras de apoyo, tanto para alojamiento como para albergar otras actividades.

Conclusiones

Se ha producido una recopilación y sistematización de fuentes documentales de los siglos XVIII y XIX con datos referentes a los aspectos constructivos en las reducciones jesuítico-guaraníes. Para esta compilación fueron catalogados y sistematizados los siguientes documentos: Isabelle (1835), Alvear (1836), Avé-Lallemant (1859), Gay (1863), Brabo (1872), Azara (1873), Saint-Hilaire (1887), Ambrosetti (1892) y Silveira (1909). Esta sistematización y posterior análisis, relacionados ambos con los tipos arquitectónicos y materiales de construcción en las reducciones, han puesto de relieve aspectos de su historia material –particularmente en lo que concierne elementos que ya no se conservan–, contribuyendo de esta manera en la investigación de este campo de estudio. Las fuentes documentales, en la medida en que funcionan como un registro histórico, se muestran relevantes para el estudio de la historia de la construcción.

Notas

1. Del siglo XIX se han analizado en este artículo las contribuciones del naturalista francés Saint-Hilaire (1887), que estuvo en el territorio de las reducciones en 1821. También se ha tenido en cuenta a otro naturalista francés, Isabelle (1835), que detalla San Borja a finales del 1834. A ambos se les une, el germánico Avé-Lallemant (1859), que visitó las reducciones en 1858, y el naturalista argentino Ambrosetti (1892) que hizo un recorrido por el territorio en 1891. También del magistrado brasileño Silveira (1909), el cual realizó incursiones en los pueblos entre 1855 y 1886, aunque no publicara sus relatos hasta 1909. Del siglo XIX, también fueron analizados los datos de la publicación del demarcador Alvear (1836), así como del cura de San Borja, el padre Gay (1863).
2. Inventario tras la expulsión de los jesuitas de las reducciones del año de 1768, fue publicado posteriormente por Brabo (1872). También del siglo XVIII se incluyen las descripciones del viaje por las reducciones de 1784 del demarcador Félix de Azara, publicadas ya en siglo siguiente en Argentina (Azara 1873).
3. Para garantizar la subsistencia –y un cierto control social– al sobrepasar cierta cifra poblacional los pueblos eran divididos y parte de su población pasaba a ser reubicada en nuevas reducciones.
4. Entre 16 y 18 varas, según Cardiel (1771 [1994], 39).
5. Para más detalles sobre este proceso de construcción, véase Cardiel (1747 [1953]).
6. Las galerías cubiertas en las periferias de los edificios de las reducciones posibilitaban guarecerse tanto de la lluvia como del sol. Además de ser un elemento conformador del lenguaje arquitectónico de las reducciones, constituían una solución para el clima local, creando un espacio abrigado y en el que resultaba agradable estar al ser un lugar protegido del sol directo en verano y, siendo al mismo tiempo, un espacio ventilado. También protegían las paredes de las construcciones del agua de la lluvia. Estas galerías tenían 3 o más varas de ancho, según Cardiel (1771 [1994], 39).
7. Sobre esta etapa de desarrollo constructivo en las reducciones véase Sustersic (2005), que la examina en detalle, y Busaniche (1955).
8. Dado la existencia de importantes vestigios y contribuciones a este respecto, este artículo no se ha centrado en el análisis de datos sobre las edificaciones de esta última etapa constructiva. Por lo tanto, se propone la sistematización de informaciones referentes a la técnica de estructura de madera con paredes de cierre, de la cual se encuentran menos vestigios en la actualidad, y donde se entiende que las aportaciones de las fuentes documentales analizadas pueden contribuir a su estudio.

9. En el inventario de 1768 se menciona el campanario de San Luis, de 21 varas de altura y de 7 varas en cada uno de sus lados (Brabo 1872).
10. Normalmente las iglesias en las reducciones tenían 3 naves, aunque en Concepción la iglesia fue ampliada a 5 naves.
11. Las Iglesias de *São Miguel* y Trinidad fueron construidas enteramente en piedra en una última etapa de desarrollo constructivo en las reducciones. De un carácter más europeo, estas iglesias tienen una planta rectangular dividida en tres naves enmarcadas por espesas arcadas y pilares en sillería.
12. En el inventario de 1768 se referencia el caso de la iglesia de La Cruz con paredes en tapial, cubierta con tejas y con bóveda en madera (Brabo 1872).
13. Las fuentes documentales de los siglos XVIII y XIX mencionan este blanqueo en algunas de las construcciones en las reducciones (Saint-Hilaire 1887; Ambrosetti 1892). Este blanqueo fue inicialmente descrito por Cardiel, el cual explica su elaboración en las reducciones a partir de la quema de caracoles, debido a la falta de cal en la región (Cardiel 1747 [1953], 155). También se cita un blanqueamiento en tabatinga –especie de arcilla blanquecina y fina, encontrada en la región–, a la que hacen referencia Avé-Lallemant (1859), Gay (1863) y Silvera (1909). Asimismo, el jesuita Sepp hizo referencia a las pinturas de cenas bíblicas en las paredes en la iglesia de San Juan (1709 [1973], 257).
14. Esta estancia subterránea se menciona en San Lorenzo (Avé-Lallemant 1859; Silveira 1909), San Nicolás (Silveira 1909) y en San Miguel (Ambrosetti 1892).
15. Se describe el colegio de San Juan en el 1784 como: «El Colegio está colocado sobre un terraplén de 4 varas de elevación con lo que domina la huerta y campañas a larguísimas distancias» (Azara 1873, 170). Asimismo, se indica: «El colegio de esta reducción es de los más lindos: al corredor principal, que se halla sobre una eminencia muy dominante, se sube por una gradería de pasos, y su vista es muy alegre y divertida» (Alvear 1836, 72). Estas menciones en las fuentes documentales, en cuanto a la elevación del colegio en San Juan, se corroboran con la iconografía producida acerca de este pueblo en el siglo XVIII (figura 2).
16. Según Cardiel (1747 [1953], 154), el primer patio tenía, aproximadamente, 60 varas en cada uno de sus laterales y el segundo, tenía unas dimensiones de 60 x 80 varas.
17. Este crucero en el cementerio de San Lorenzo también es mencionado por Gay (1863) y por Silveira (1909) a su paso por el pueblo a mediados del siglo XVIII. En 1886, el viajero encontró el mismo crucero, ya roto, en el cementerio de San Ángel (Silveira 1909). Actualmente este crucero se encuentra en el sitio arqueológico de San Miguel.
18. Las habitaciones son descritas en las fuentes documentales como de puerta y ventana (Avé-Lallemant 1859; Silveira 1909). No obstante, Saint-Hilaire (1887) menciona habitaciones con dos puertas, comunicando las galerías frontal y posterior, en San Borja y San Nicolás.
19. No se encontraron menciones a esta edificación en los documentos analizados.

Lista de referencias

Alvear, Diego de. 1836. *Relacion geografica e historica de la provincia de Missiones*. Buenos Aires.

Ambrosetti, Juan B. 1892. «Viaje a las misiones argentinas y brasileras por el Alto Uruguay». *Revista del museo de la Plata*, 4: 289–336.

Avé-Lallemant, Robert. 1859. *Reise durch Süd-Brasilien im Jahre 1858*. Leipzig.

Azara, Félix de. 1873. *Viajes inéditos de D. Félix de Azara desde Santa Fè á la Asuncion, al interior del Paraguay, y á los pueblos de Misiones.* Buenos Aires.

Brabo, Francisco Javier. 1872. *Inventarios de los bienes hallados a la expulsión de los jesuitas.* Madrid.

Busaniche, Hernán. 1955. *La arquitectura en las misiones jesuíticas guaraníes*. Santa Fe: El Litoral.

Cardiel, José. [1747] 1953. *Carta y relación de las misiones de la provincia del Paraguay.* Buenos Aires.

Cardiel, José. [1771] 1994. *Breve relación de las misiones del Paraguay.* Buenos Aires.

Demersay, Alfred. 1860. *Histoire physique,* économique *et politique du Paraguay et des* établissements *des Jésuites. Ouvrage accompagné d'un atlas, de pièces justificatives et d'une bibliographie.* París.

Gay, João Pedro. 1863. *História da Republica jesuítica do Paraguay. Desde o descobrimento do Rio da Prata até nossos dias, anno de 1861.* Rio de Janeiro.

Isabelle, Arsène. 1835. *Voyage à Buénos-Ayres et a Porto--Alègre, par la banda-oriental, les missions d'Uruguay et la province de Rio-Grande-do-Sul (de 1830 a 1834).* Havre.

Saint-Hilaire, Auguste de. 1887. *Voyage à Rio-Grande do Sul, Brésil.* Orleans.

Sepp, Antonio. [1696] 1971. *Relación de viaje a las misiones jesuíticas. Tomo I.* Buenos Aires: EUDEBA.

Sepp, Antonio. [1709] 1973. *Continuación de las labores apostólicas. Tomo II.* Buenos Aires: EUDEBA.

Silveira, Hemeterio J. V. 1909. *As missões orientaes e seus antigos domínios.* Porto Alegre.

Sustersic, Bozidar D. 2005. *Templos jesuítico-guaraníes: la historia secreta de sus fábricas y ensayos de interpretación de sus ruinas.* 2nd ed. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Los espacios del faro de Peñíscola (Castellón), una visión del conjunto tras su restauración

Mª Josefa Balaguer Dezcallar
Luis Vicén Banzo

El faro de Peñíscola se halla situado en la zona más elevada de la fortaleza, junto al castillo medieval. Se distingue por su torre y linterna sobre el acantilado. La investigación que se presenta tiene su origen en los proyectos y obras de restauración que hemos dirigido en el edificio del faro y las fortificaciones sobre las que se asienta. Ello nos ha permitido conocer la relación entre ambas construcciones, sus características y transformaciones.

Los objetivos principales de las intervenciones de restauración han sido la recuperación de las construcciones históricas y el restablecimiento de las conexiones entre el faro, el castillo y la ciudad, que se perdieron al reformar el faro a mediados del siglo XX. La primera intervención en el año 2000, promovida por el Ministerio de Cultura, abarcó fundamentalmente los espacios de la fortificación que rodean el faro. La segunda intervención, que se ha desarrollado entre 2016 y 2017, ha consistido en la rehabilitación de la mayor parte del edificio del faro para su uso como centro de recepción de visitantes del castillo medieval. La obra ha sido promovida por la Diputación de Castellón tras obtener una concesión de 35 años por parte de la Autoridad Portuaria de Castellón. Se ha mantenido para uso de Costas la torre de señales marítimas y un espacio anexo con entrada independiente para uso del faro.

El edificio del faro

El proyecto del faro de Peñíscola lo redactó el ingeniero Francisco Pérez Alonso en 1894y se realizó como desarrollo de un programa emprendido por la Comisión de Faros para acometer la señalización marítima de la costa valenciana. Este programa lo materializó el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, a partir de la segunda mitad del siglo XIX. La construcción incluía una torre de señales marítimas adosada a la vivienda del farero.

El edificio tiene dos plantas, en la planta baja se encuentra la puerta principal que da acceso a las dependencias del faro y a la vivienda del torrero que en Peñíscola ocupa dos niveles y es mucho más amplia que la de otros faros de esta etapa.

Un semisótano ocupa parcialmente la planta inferior aprovechando el desnivel del terreno, tiene salida independiente a la calle Castillo y una ventana al estrecho patio lateral que lo separa de las edificaciones colindantes. La torre del faro, de planta hexagonal, está integrada en la esquina noroeste del edificio, que es un volumen de planta rectangular y cubierta de teja a cuatro aguas.

El edificio fue objeto de varias reformas en el siglo XX. Entre ellas la modificación de la linterna de la torre de señales marítimas y la sustitución del lucernario central sobre la caja de la escalera, por un recrecido de fábrica con cubierta de teja sobre forjado plano y tabiquillos probablemente en la década de los años sesenta, quedando tal como lo vemos en la actualidad.

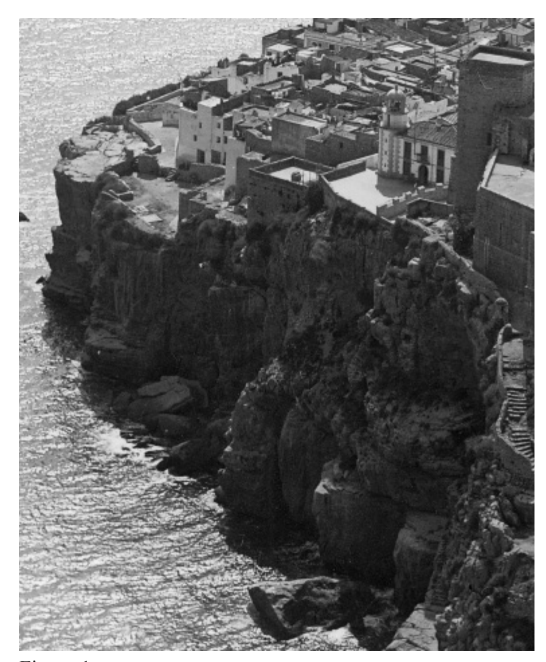


Figura 1.
Vista aérea del faro y el castillo aproximadamente en los años cuarenta (IPCE.NID 2172)

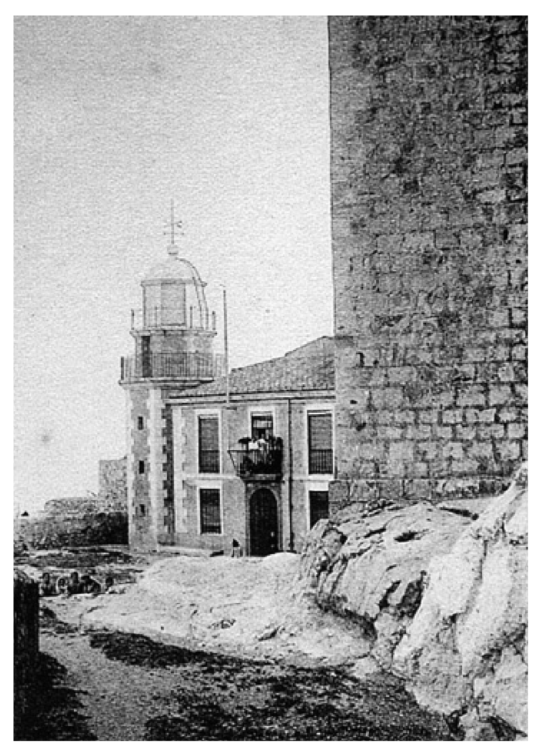


Figura 3.
Vista del faro, desde el castillo hacia 1925 (L. Roisin).

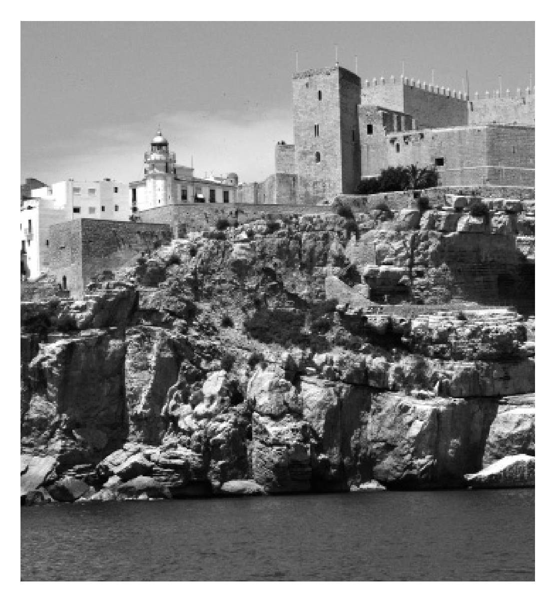


Figura 2.
Vista del faro, el castillo y las fortificaciones del este desde el mar (Balaguer 2010)



Figura 4.
Vista del faro, desde el castillo con el muro realizado en el siglo XX para delimitar los espacios, que se demolió en la restauración del año 2000 (Balaguer 2000)

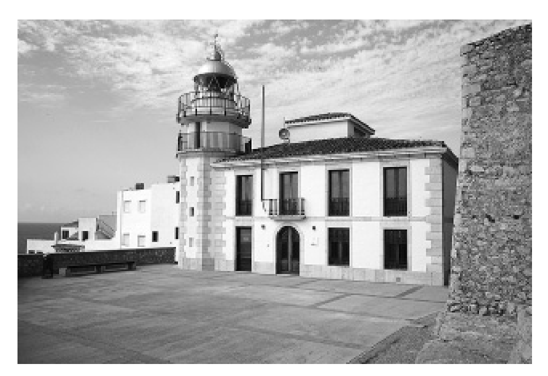


Figura 5.
Vista del faro, desde el castillo después de la restauración de la plaza en el año 2002 y del edificio en el año 2017 (Balaguer 2017)

Características principales de la construcción histórica

El edificio del faro es una construcción histórica singular y está catalogado en el Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico Artístico de Peñíscola. La planta rectangular se organiza en torno a la caja de la escalera, que ocupa el cuerpo central, y las piezas se disponen en torno a ella en ambas plantas.

La fachada es de composición academicista e incorpora recercados de huecos, esquinas, bandas de forjados, cornisa y zócalo, de piedra caliza gris del terreno. Los huecos se repiten y se remarcan con los recercados. Inicialmente tenía un revoco de mortero de cal en tono hueso con despieces que imitaban fábrica de sillería, según hemos podido comprobaren la restauración. Este revoco original se fue deteriorando y cubriendo con revestimientos de pintura plástica en las sucesivas reformas en las que se determinó el color blanco con el fin de ser bien visible desde el mar. La rejería se hizo con piezas de fundición y las carpinterías exteriores de madera maciza de mobila vieja.

El sistema estructural del edificio es a base de tres crujías con muros de carga de mampostería de 43cm de espesor. Los forjados son con viguetas de madera y revoltón de ladrillo macizo. El tablero de las cubiertas inclinadas está sustentado por viguetas de madera inclinadas apoyadas en el muro central de la escalera, en los muros exteriores y en cuatro grandes vigas diagonales que unen las esquinas del muro de la caja de escalera con las esquinas de los muros exteriores. El tablero para apoyo de las tejas es de tablazón de madera y se conserva en bastante buen estado en la cámara ventilada bajo la cubierta. Los pavimentos interiores son de baldosa de terrazo de mediados del siglo XX, pero antes debieron ser diferentes.

Destaca el grosor de las piezas de piedra del zócalo, que prácticamente ocupan todo el muro según hemos podido comprobar en la restauración, también la buena ejecución de la cantería que enmarca los huecos y acentúa las líneas principales de la fachada.

En los proyectos de faros se atendía a la función, pero también la obra civil debía ser *duradera y bella*, cualidades que apreciamos en el faro de Peñíscola. Destaca I. Aguilar, en la formación de los ingenieros de caminos que realizaron los proyectos de faros a mediados del siglo XIX, las enseñanzas sobre arquitectura. En particular, la obra de J.N.I. Durand, discípulo de L. Boullé, que se tomó como referencia en la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Madrid e influyó en los proyectos de los faros, también los manuales clásicos de Vitruvio, Palladio etc., que se propusieron para su consulta (Aguilar 2014, 76).

El faro de Peñíscola se realiza ya a finales del siglo XIX, pero en él se puede apreciar el clasicismo en la concepción de la planta racional configurada a partir de dos ejes. También el interés por los aspectos estéticos en la fachada, en la que se utilizan elementos de cantería para reforzar la composición, de

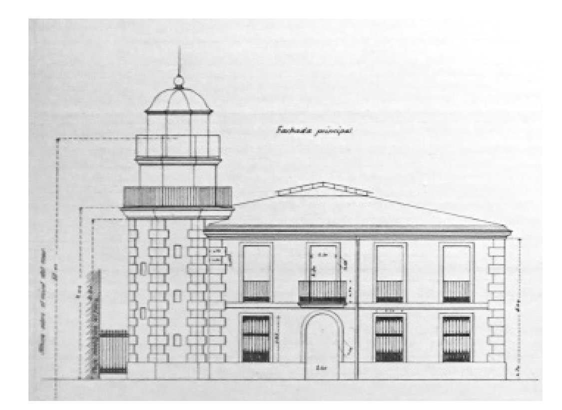


Figura 6.
Alzado del proyecto del ingeniero F. Pérez Alonso. 1894

forma similar a los faros realizados varias décadas antes en Altea, Cabo de Huertas o Vinaroz. Por otra parte, se utilizan gruesas vigas de madera en la cubierta, sólidos muros de piedra cimentados en la roca y un gran zócalo, cumpliendo así con el *firmitas* vitruviano que asegurará la pervivencia de la obra.

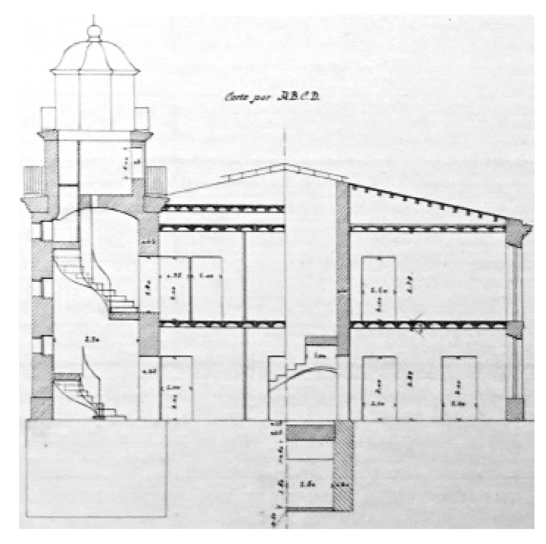


Figura 7.
Sección del proyecto del ingeniero F. Pérez Alonso. 1894

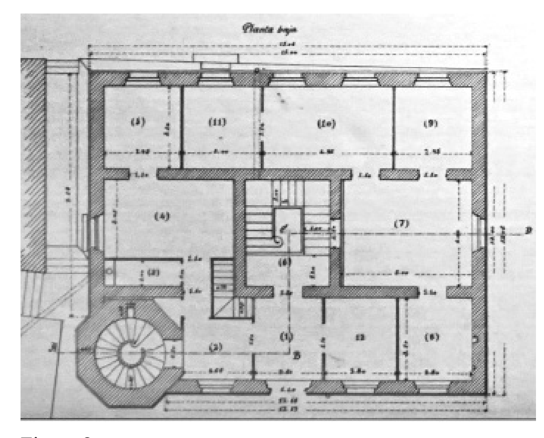


Figura 8.
Planta baja del proyecto del ingeniero F. Pérez Alonso. 1894

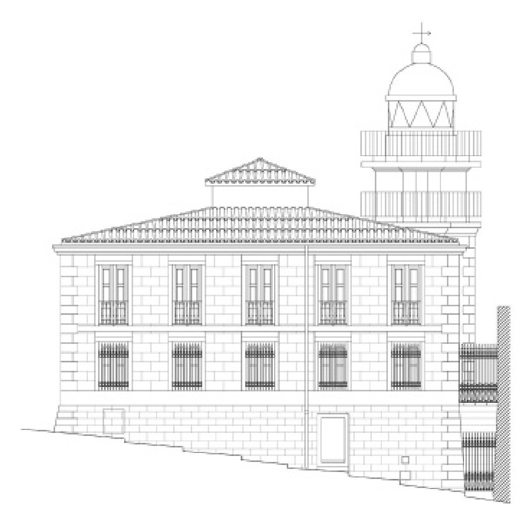


Figura 9.
Alzado oeste. Proyecto de restauración 2015 M.J. Balaguer

La rehabilitación del edificio

Hasta el año 2013, además de la torre y la maquinaria del faro, el edificio estuvo destinado a vivienda del farero, que ocupaba la planta primera y parte de la planta baja. En general el edificio estaba en mal estado debido a las humedades que afectaban a distintas zonas del edificio y producían el deterioro de revestimientos, muros y forjados. También presentaban problemas las carpinterías por presencia de xilófagos y la rejería por corrosión.

La rehabilitación realizada entre los años 2015 y 2017 en el edificio ha sido integral con el fin de adaptar la mayor parte del edificio para uso turístico-cultural como centro de visitantes. Ha incluido la intervención sobre las fachadas, los espacios interiores y la estructura de madera de los forjados, muy afectada por ataques de termitas. No se ha intervenido sobre la torre de señales marítimas.

El faro y la fortificación

Las fortificaciones del este del castillo de Peñíscola son las defensas sobre el acantilado, formadas por lienzos de muralla acoplados a las rocas. El edificio del faro se halla enclavado sobre la batería del Terra-



Figura 10.
Foto de la fachada norte después de la restauración, con el nuevo acceso realizado para el centro de recepción de visitantes (Balaguer 2017)



Figura 11.
Dibujo del proyecto de restauración de las fortificaciones del este, donde se aprecia el faro sobre las baterías del acantilado y el volumen del antiguo almacén de pólvora en el lateral izquierdo. El dibujo del caserío y del edificio del faro fue realizado por el Departamento de Expresión Gráfica de la UPV en 1996 y las fortificaciones se completaron con despieces de piedra por la autora (Balaguer 2000)

plén, que forma una plaza o mirador sobre el mar en la zona más alta, delimitada por el acantilado y el edificio, con buenas vistas sobre el abrupto acantilado del este del peñón y una imponente perspectiva del castillo. Los lienzos de muralla recayentes al acantilado de toda esta zona son de mampostería careada con ángulos de sillería, probablemente realizadas entre los siglos XVI y XVIII, pero existen fases medievales anteriores.

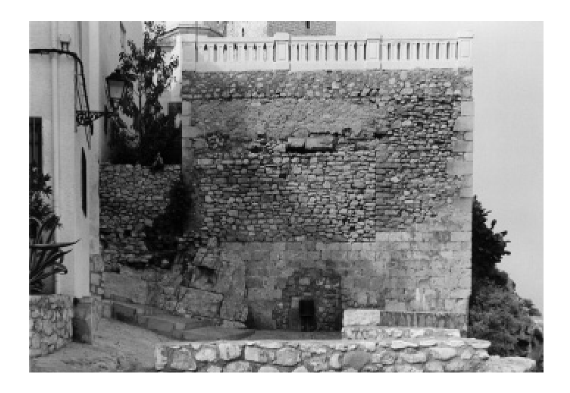
Bajo esta batería, hacia el sur, se halla el antiguo almacén de pólvora del siglo XVIII, cuya estructura fue reformada para uso del faro. En el extremo norte del muro que cierra la batería del Terraplén y continúa por la parte trasera del castillo se encuentra el acceso a la escalera del Papa Luna.

Una reforma significativa fue la realizada en el exterior del faro, años después de su construcción, para transformar las baterías y pasos de ronda del castillo en terrazas de la vivienda, alterando el carácter de los espacios defensivos. En estas reformas se demolieron los parapetos defensivos y se realizaron en su lugar balaustradas cambiando el carácter de los espacios militares. También se intervino en el antiguo almacén de pólvora convirtiéndolo en cisterna para el faro, en un proyecto fechado en 1932 del ingeniero Antonio Aznar y custodiado en el archivo de la Autoridad portuaria de Castellón.

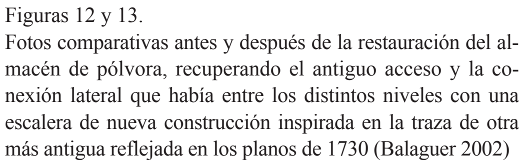
La recuperación de las fortificaciones del faro

En las obras de restauración realizadas en el año 2000se actuó sobre las terrazas del faro, los muros del acantilado y el antiguo almacén, para recuperar los espacios defensivos y pasos que se habían cerrado en las distintas zonas.

En estas obras se localizó el acceso al antiguo almacén de pólvora del siglo XVIII que forma un volumen prismático bajo la terraza inferior del faro. En la investigación pudimos comprobar que el almacén se hizo en el siglo XVIII aprovechando un antiguo aljibe medieval en parte excavado en la roca, que fue la-






Figuras 12 y 13.
Fotos comparativas antes y después de la restauración del almacén de pólvora, recuperando el antiguo acceso y la conexión lateral que había entre los distintos niveles con una escalera de nueva construcción inspirada en la traza de otra más antigua reflejada en los planos de 1730 (Balaguer 2002)

brada y configura uno de sus paramentos. La antigua bóveda gótica de sillería se había enlucido para su uso como cisterna. Se recuperó el acceso y se reconstruyó una escalera que conectaba el castillo con la calle inferior que se había perdido.(Balaguer 2007, Balaguer 2017).





Figuras 14 y 15.
Fotos comparativas antes y después de la restauración del almacén de pólvora, y muros de las terrazas del faro retirando paelleros y construcciones realizadas en el siglo XX sobre la cubierta del almacén de pólvora (Balaguer 2002)

Conclusiones

El faro es un elemento del paisaje que identifica, junto con el castillo, la fachada marítima del este de Peñíscola, quedando plenamente integrado en las fortificaciones sobre el acantilado. El conjunto sobre el promontorio rocoso y el mar, tiene un gran valor paisajístico. Con la restauración de los espacios del faro se ha restablecido el diálogo entre la fortificación y el edificio de señales marítimas, perdido cuando se transformaron las baterías y se delimitaron como terrazas para uso de la vivienda del faro, ocultando o cerrando algunas de las conexiones históricas entre distintos espacios del castillo. Hoy ya se puede recorrer el conjunto, quedando el edificio del faro plenamente integrado en los principales recorridos turístico culturales de la fortaleza.

Al examinar el proyecto del faro del ingeniero Pérez Alonso para Peñíscola se aprecia un interés por la composición arquitectónica y por el detalle constructivo que resuelve con maestría. A pesar de las sucesivas transformaciones del edificio, el faro de Peñíscola mantiene sus características fundamentales que lo dotan de interés arquitectónico e histórico. La composición y la geometría son la base del proyecto de corte clasicista, inspirado en otros proyectos de faros anteriores proyectados a mediados del siglo XIX.

Lista de referencias

Aguilar Civera, Inmaculada (2014). *Luces y faros del Mediterráneo: paisaje, técnica, arte y sociedad.* Valencia: Generalitat Valenciana. Conselleria d´Infraestructures Territori i Medi Ambient.

Alonso Pérez, F. 1894. *Proyecto del faro de Peñíscola.* Archivo de la Autoridad Portuaria de Castellón.

Balaguer Dezcallar, M.J. 2007. «La restauración de las fortificaciones del este del castillo de Peñíscola» en *Praxis Edilicia – 10 años con el patrimonio arquitectónico*. Valencia: Edilicia, COACV.

Balaguer Dezcallar Mª J. 2015. *Proyecto básico y de ejecución de rehabilitación de parte del edificio del faro de Peñíscola como Centro de recepción de visitantes del castillo.* Diputación Provincial de Castellón. Inédito.

Balaguer Dezcallar, M.J. 2000. *Proyecto de restauración del Castillo de Peñíscola. Fortificaciones del este*. Ministerio de Educación y Cultura. Inédito.

Balaguer, M.J., Cubells, B., Vicén, L. y otros (1998) *Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico Artístico de Peñíscola*. Patronato Municipal- Ayuntamiento de Peñíscola. Publicación BOP de Castellón de la Plana nº 141 de 21 de noviembre de 2009.

Balaguer Dezcallar Mª J. 2017. *La arquitectura de la fortaleza de Peñíscola. Una lectura a través de su historia material.* Tesis doctoral Universidad Politécnica de Valencia.

Uma *fabrica* quinhentista: a capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia de Porto

Joana Balsa de Pinho

A capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto, construída entre 1584 e 1590 em cumprimento da vontade testamentária de D. Lopo de Almeida, conselheiro e capelão de Filipe II, constitui-se como uma obra distintiva a nível regional e no contexto dos edifícios erigidos pelas confrarias da Misericórdias.

Esta obra foi já estudada do ponto de vista da autoria e das suas características estético-artísticas, designadamente das influências da tratadística e de outras obras arquitetónicas na sua concepção, no entanto, a abundante documentação existente, com enfâse para os livros de contas da obra, deixam antever um conjunto de dados que permitem conhecer outras dimensões desta obra; designadamente ao nível a forma de organização do estaleiro, os ofícios envolvidos, os materiais utilizados e a sua proveniência e custos, os utensílios e ferramentas em uso, a sua função e preços; um conjunto de elementos que permitem apreender de forma detalhada uma outra dimensão desta obra e que ajudam a caracterizar a história da construção portuguesa de finais do século XVI.

Instituição das Confrarias da Misericórdia e a necessidade de um espaço edificado

As confrarias da Misericórdias, Santas Casas da Misericórdia, ou simplesmente Misericórdias são associações de leigos ordenadas «sob o título e nome e invocação de Nossa Senhora a Virgem Maria da Misericórdia», para que «fossem e sejam compridas todas as obras da misericórdia» (Paiva 2004, 3: 385). Estas confrarias, cuja primeira fundação ocorreu em 1498 em Lisboa, tornaram-se as mais importantes confrarias portuguesas da época Moderna.[1]

Estima-se que em apenas cem anos, ou seja, em finais do século XVI, existissem cerca de 250 confrarias espalhadas por todo o país, pois assumiram-se como eficazes estruturas assistenciais que respondiam às necessidades sociais desse período. Esta rápida difusão ficou a dever-se a vários factores nomeadamente ao apoio dado pelo monarca a esta nova experiência caritativa, tendo por base a atribuição de privilégios, isenções, esmolas e doações às Misericórdias. Estes privilégios, que se revelaram estruturantes na criação, desenvolvimento e vivência destas confrarias, eram concedidos, quer aos oficiais que serviam as Misericórdias em cada ano (Paiva 2004, 3:12) quer à própria instituição no cumprimento da sua atividade (Sá 2001, 40-44; Correia 1999, 558-560).

As Misericórdias portuguesas eram constituídas essencialmente por leigos e regiam a sua atividade por um Compromisso.[2] Para a prossecução dos seus objectivos era necessária a constituição de um pequeno grupo de irmãos, os «oficiais» (Paiva 2004, 3: 387), que se reuniam periodicamente para a tomada das decisões relativas à gestão da confraria e dos seus recursos e para deliberarem sobre a sua atividade.

Segundo o Compromisso, as Misericórdia eram instituídas para que «fossem ... compridas todas as obras da misericórdia espirituais e corporais quanto

possível for e para socorrer as tribulações e misérias que padecem nossos irmãos em Cristo que receberam água do santo Batismo». (Paiva 2004, 3: 385). Da ação assistencial inicial das Misericórdias, em sentido estrito, e tendo em conta a impossibilidade prática de se dedicarem ao conjunto das 14 obras de Misericórdia, destacam-se a recolha de esmolas necessárias para a prática da caridade, a visita, alimentação, vestuário e esmolas a pobres, doentes e presos; o enterramento dos condenados à morte e a recolha dos seus restos mortais (Correia 1999, 554-558).

Esta intensa atividade assistencial era complementada com uma também diversificada ação espiritual, cultual e celebrativa, onde se destacavam as celebrações litúrgicas com ênfase para os sufrágios das almas de defuntos, irmãos, benfeitores e condenados e as procissões com forte carácter devocional e penitencial. Em termos celebrativos existiam dois momentos fortes: a Quaresma e a Páscoa, relacionado com a forte espiritualidade penitencial da confraria representada na Paixão e Morte de Cristo, e o dia da Visitação de Nossa Senhora a Santa Isabel, orago e o dia de festa da confraria.

Neste contexto, as Misericórdias, instituídas para cumprir as 14 Obras de Misericórdia, ou seja, com uma vocação eminentemente prática, de cariz assistencial, necessitavam de um conjunto de objetos e obras de arte e de espaços construídos que servissem de suporte à sua atividade; este facto favoreceu uma relação muito própria entre as Misericórdias, a arte e a arquitetura.[3]

Logo após a fundação, as Confrarias da Misericórdia tiveram a preocupação de disporem de um espaço construído que lhes garantisse a implementação da sua proposta caritativa e devocional. Esta, que foi uma das suas primeiras preocupações, era visível no *Compromisso*, mas também em outra documentação coeva e no movimento de ocupação e utilização de edifícios preexistentes que ocorreu em todo o país após a instituição de cada uma das Misericórdias (Pinho 2012, 147-185).

Devido à sua função as confrarias da Misericórdia necessitavam de um edifício que associasse vários espaços; este edifício é a Casa da Misericórdia: a arquitetura de iniciativa caritativa, construída de raiz com uma finalidade assistencial, mais relevante durante a Idade Moderna.[4] Deste modo, a Casa da Misericórdia apresenta um espaço de cariz religioso onde realizar as celebrações litúrgicas inerentes ao quotidiano das confrarias e as missas de obrigação – igreja; um local onde os oficiais responsáveis pela gestão da confraria pudessem reunir – casa do despacho; uma área para assistir os doentes e viajantes – hospital ou enfermaria; podia ainda incluir outros locais que foram surgindo na medida em que a atividade de cada confraria foi crescendo e se consolidando, como cartório, casa das tumbas, cemitério, entre outros. Ou seja, um edifício onde se pudessem desenvolver todas estas atividades, uma arquitetura adaptada a uma utilização específica, com múltiplas dimensões (Pinho 2012, 186-224).

A capela de D. Lopo de Almeida da Misericórdia do Porto

A Misericórdia do Porto é fundada em 1499; a principal fonte para o conhecimento da sua instituição é uma carta enviada pelo rei D. Manuel I aos juiz, vereadores, procuradores, fidalgos, cavaleiros e homens bons da cidade, datada de 14 de março dizendo «vos encomendamos ... vos queirais juntar e ordenar como em essa cidade se fizesse a dita confraria».[5] No entanto, a Misericórdia portuense só aparece referida documentalmente pela primeira vez em 1503 (Basto 1997, 1:167).

Até 1502, a confraria não teve instalações fixas na cidade e nesse ano passa a ocupar a capela de Santiago no claustro velho ou antigo *de los Naranjos* da Catedral do Porto, realizando-se a primeira celebração a 7 de agosto (Goodolphim 1998, 275-276).

No entanto, o incremento da ação assistencial, o aumento dos assistidos e também o acréscimo do quantitativo de irmãos e do número e tipo de bens acumulados, criou a necessidade de um espaço de maiores dimensões e mais funcional, e por isso a Misericórdia procurou construir novas *Casas* onde concretizar as suas atividades caritativas e espirituais; o local escolhido foi a rua das Flores, aberta à época para se constituir como um novo eixo no interior da cidade. A obra terá tido inícios ainda durante a primeira metade do século XVI. De c. 1544 e até 1550 construiu-se a casa do despacho; em 1559 estava em construção o corpo da igreja, prolongando-se os trabalhos pelo menos até 1568 (Tesouros... s/d, 29, 33 e 63; Basto 1997, 1:385, 389-390); no entanto, a 13 de dezembro de 1559 a igreja foi dedicada pelo bispo D. Rodrigo Pinheiro.[6]

Devido à escassez dos recursos económicos da confraria, ao edifício faltava uma capela-mor. Entre a década de 70 e a de 80 do século XVI, os irmãos debateram a questão e ponderaram entre a execução de um retábulo ou a construção de uma capela-mor;[7] a opção por uma ou outra via teria implicações planimétricas, de espacialidade e até estéticas. Inicialmente, porque os meios financeiros eram reduzidos optou-se pela realização de um retábulo; mas esta encomenda acabou por ser suspensa: «por o dito retábulo ser grande e ocupar tanta parte do outão e cruzeiro da dita igreja, que assentado ele em nenhum modo se podia em tempo algum fazer capela-mor sem se perder o dito retábulo .... [e] era grande inconveniente perder-se a esperança de jamais pode haver capela».[8] A obra do retábulo foi retomada em janeiro de 1579 e novamente suspensa em junho do mesmo ano, até que o provedor e irmãos «tomassem conclusão se será melhor retábulo ou capela»;[9] no seguimento deste termo, foram votados um conjunto de irmãos para analisarem esta questão.[10]

A conclusão do debate acaba por ser determinada por uma disposição existente no testamento de D. Lopo de Almeida[11] que mencionava «mando que na dita Misericórdia do Porto me fação uma capela decentemente ornada em que a minha conta este o Santíssimo Sacramento de contínuo alumiado».[12]

Entre 1584 e 1590 é levantada a capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto;[13] a 29 de janeiro de 1584, os ossos de D. Lopo foram trasladados de Madrid para o local e, finalmente, a 11 de abril de 1590, é colocado o Santíssimo Sacramento na capela.

Os oficias da Misericórdia contratam Manuel para «dar a traça da capela que D. Lopo de Almeida em seu testamento manda fazer»;[14] o que efetivamente ocorreu, pois um outro documento regista: «a Manuel Luís pedreiro dei três mil reais por vir de Amarante traçar a capela de D. Lopo e de fazer a traça e debuxo que deixou nesta casa».[15]

Nos séculos XVII e XVIII, a igreja da Misericórdia do Porto sofreu obras de ampliação e renovação (capelas laterais, sacristia, cobertura), sendo a mais significativa a que ocorreu em 1748-1755 com a renovação da fachada principal da responsabilidade de Nicolau Nasoni e de acordo com o gosto barroco (figura 1).

No contexto da arquitetura produzida em Portugal, a capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto revela-se um exemplar maneirista de feição erudizante. Evidencia pequena dimensão e é constituída por um tramo rectangular e um remate semicircular em pedraria. Os alçados do tramo retangular estão organizados em dois registos; ambos definidos por colunas duplas, sobre pedestais, e suportando entablamento; sendo que no primeiro os capitéis são jónicos e no segundo coríntios; os intercolúnios são ocupados por nichos e janelas. O pano semicircular evidencia a mesma organização em dois registos, mas com colunas simples com capitéis jónicos e coríntios; os espaços intercolúnios estavam destinados a acolher o retábulo-mor primitivo, constituídos por painéis pictóricos sobre tábua (figura 2).

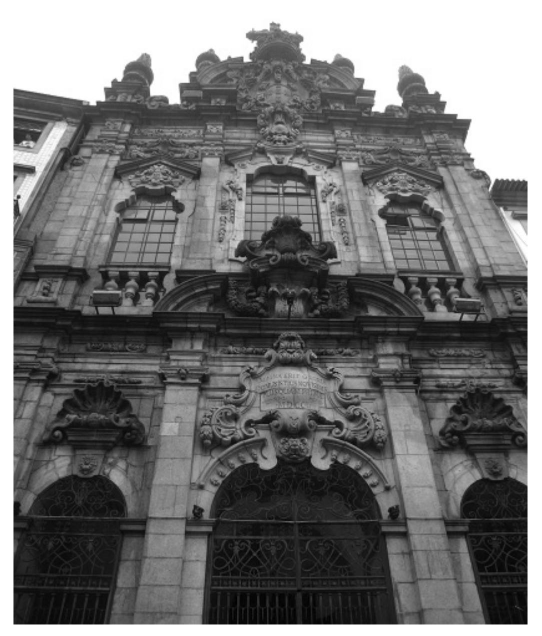


Figura 1
Fachada barroca da igreja da Casa da Misericórdia do Porto (fotografia do autor).

A obra de pedraria seria complementada com outras obras: sacrário, retábulo e esculturas, na quais trabalharam diferentes e importantes artistas do período: Diogo Teixeira (pintor), Gonçalo Rodrigues (imaginário), Salvador Mendes (pintor), Pero de Figueiredo (imaginário), Sebastião Moreira (dourador), Manuel da Ponte (ourives).[16]



Figura 2
Interior da igreja da Casa da Misericórdia do Porto (fotografia do autor).



Figura 3
Capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto (fotografia do autor).

A capela de D. Lopo de Almeida foi já estudada do ponto de vista da autoria e das suas características estético-artísticas, designadamente da influência da tratadística e de outras obras arquitetónicas na sua concepção,[17] no entanto, a documentação existente, designadamente os livros de contas da obra, deixam antever um conjunto de dados que permitem compilar alguns dados relativos à história da construção esta capela (figura 3).

Contributos dos livros de despesa para a história da construção da capela de D. Lopo de Almeida

A relevância das fontes escritas para a história da construção e a necessidade de, neste campo de estudos, alargar a pesquisa a diferentes tipologias de fontes escritas, são dois elementos inquestionáveis. Diferentes tipos de fontes fornecem distintas informações, elementos e conhecimentos, pelo que devem ser utilizadas de forma complementar, ou seja: recorrer a diferentes fontes e maximizar o potencial informativo que cada uma disponibiliza. A documentação objeto da nossa investigação, os livros de despesa da obra, que pode parecer repetitiva e monótona, revela, todavia, uma riqueza e especificidade informativas, importante recurso para a história da construção.

O Arquivo da Misericórdia do Porto conserva dois livros relativos à «despesa da [construção da] igreja»: Série B, Bco. 3, 12 (1584-1587) e Série B, Bco. 3, 13 (1587-1590). No momento da nossa visita ao arquivo, apenas o livro 12 podia ser consultado, pois o 13 estava em restauro. Neste sentido, e tendo a nossa pesquisa que se limitar apenas ao primeiro livro, o que inviabilizaria o estudo sistemático da obra, optámos pela escolha de um período específico, que corresponderá a uma primeira fase: do início da construção, em agosto de 1584, ao momento em que os oficiais da Misericórdia decidem reunir para ava-

liar a obra, em 28 de julho de 1585. Nesta reunião, convocada devido às dúvidas levantadas sobre a obra, nomeadamente o facto de ser «mais custosa» por levar colunas de alto a baixo e «diferentemente lavradas» (fl, 67), [18] é tomada a decisão de que «a obra da capela corresse da maneira que estava começada» e se fizesse com 24 colunas (fl. 67).

Esta primeira fase corresponde, essencialmente, a pouco mais de um ano de atividade construtiva, uma vez que o ano administrativo e económico das Misericórdias se iniciava a 2 de julho, dia da Visitação de Nossa Senhora a Santa Isabel, pois nesse dia elegia-se um novo grupo de oficiais para o governo e gestão da confraria.

A documentação estudada pertence ao livro com a cota série B, banco 3, 12, com a designação «Livro da despesa que se faz na capela que D. Lopo de Almeida mandou que se fizesse nesta Casa de Misericórdia do Porto», e que abrange o âmbito cronológico de agosto de 1584 a junho 1587. Analisaremos especificamente os contributos que estas fontes escritas podem proporcionar para a história da construção em geral e desta capela tardo-quinhentista em particular (figura 4).

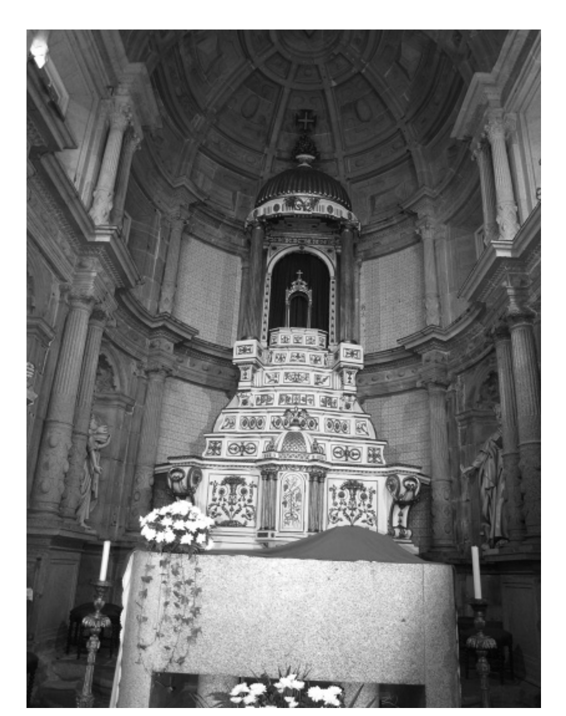


Figura 4
Interior da capela edificada por disposição testamentária de D. Lopo de Almeida (fotografia do autor).

A féria inicial está datada de 4 de agosto de 1584 e menciona o começo dos trabalhos a 26 de julho, véspera de São Pantaleão (fl. 2v.).

Ofícios

No livro de despesa em análise, são abundantes as referências aos oficiais que trabalharam ou que prepararam e/ou forneceram materiais e serviços para a obra de construção da capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto (figura 5, 6, 7).

Alguns oficiais trabalhavam mais diretamente na obra, como pedreiros, cabouqueiros e servidores; outros preparavam ou forneciam materiais, ferramentas e utensílios utilizados na obra, como carpinteiros, serradores, ferreiros e cordoeiros. Existe, ainda, referência recorrente aos carreiros que asseguravam o transporte da pedra; entre eles Isabel Gonçalves, vizinha da Lameira (fl. 17v.-18).

De todos estes profissionais, o trabalho mais detalhado na documentação é o do ferreiro. São referidas as ações de «fazer de novo», «dar feitio» (fl. 6); «aguçar», «concertar», (fl. 6); «calçar», «acrescentar», (fl. 19v.) e «rebolir» (fl. 26).

Relativamente ao locais de recrutamentos destes profissionais, percebemos que alguns eram locais e que outros provinham de áreas circunvizinhas. Em junho de 1585, o pagamento da segunda féria do mês, cumprida a 8 de junho, foi antecipada «a alguns oficiais que hão de ir à festa do Espírito Santo a suas casas fora da cidade» (fl. 58v.); este oficiais somavam: 11 pedreiros e 3 cabouqueiros (fl. 58v.), cerca de metade da totalidade do estaleiro.

O próprio mestre Manuel Luís provinha de Amarante, onde se deslocava com alguma regularidade; logo em setembro de 1584 e posteriormente em novembro (fls. 28 e 30) e janeiro (fl. 37v.). Em algumas férias estava explicitado: «vai a sua casa a Amarante» (fl. 58v.) e são pagos os dias da viagem. Da mesma cidade provinha um cabouqueiro, «que mandaram [a Misericórdia] vir de Amarante» (fl. 3).

Só no fim do período em análise vamos encontrar a referência a oficiais de carácter diretivo-orientativo e administrativo, designadamente o «olheiro» (fl. 72) ou «olheiro dos oficiais» (fl. 120), posterior-

mente designado como «vedor das obras» (fl. 173v.).

Organização do trabalho

De acordo com as informações disponibilizadas pelas fontes escritas em estudo, os oficiais, como pedreiros, cabouqueiros e servidores, trabalhavam à jornal, ou seja, individualmente, em troca de um salário por dia de trabalho. O trabalho do ferreiro era pago tendo em conta o número de objetos fornecidos e/ou concertados.

Os pagamentos eram contabilizados e realizados a cada sete dias, de sábado e sábado, incluíam os salários dos oficiais que trabalhavam à jorna e outras pagamento de aquisições várias realizadas durante esse período e eram da responsabilidade do «tesoureiro destes pagamentos» (fl. 7v.).

A obra corria a cargo de Manuel Luís, «mestre da pedraria da capela que D. Lopo de Almeida mandou fazer neste Casa da Misericórdia do Porto» (fl. 2v.), também designado por «mestre da obra» (fl. 2v.). De acordo com o contrato realizado com Manuel Luís, este receberia 40 mil reis «de *avantagem* por a dita obra», pagos em três tranches: a primeira no principio da obra, que se concretizou a 19 de agosto de 1584 num valor de 13 mil reais; a segunda, um ano após a data do primeiro pagamento e a terceira no fim da obra (fl. 7v.).



Figura 5
Pormenor do alçado lateral da capela-mor (fotografia do autor).

Materiais

Na documentação em análise são abundantes as referência aos materiais utilizados na construção da capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto, quer indicando-os quer referindo os seus locais de origem.

Os materiais são indicados nominalmente: pedra, cal, ferragens, pregos, madeira e água. Destacam-se as referências a diferentes tipos de pedras (grandes[19], meãs e comuns) (fl. 5v.) e de pregos (grandes, *palmares*, *telhados*, *barrotes*, *tavoares*, *fajares*) (fls. 51 e 61v.).

Dado que a documentação em análise constituiu um livro de despesa, são sempre indicados os preços de compra dos materiais. Apenas a título ilustrativo indicamos alguns: 50 pregos *barrotes* custavam 100 reais, 200 pregos *tavoares*, 120 reais e 100 pregos *fajares*, 40 reais (fl. 61v.); cada pedra grande era comprada a 1 cruzado (fl. 17v.).

De igual modo, em alguns casos aparece indicada a origem dos materiais, indiciando que se privilegiavam os locais perto da obra. É o caso da pedreiras em Monte de Godim (Matosinhos) (fl. 17v.), da madeira cortada em Vila Cova (Rio Tinto) (fl. 41) e na Póvoa da Varziela (madeira para cimbres) (fl. 42v.-43) e da cal de Buarcos (fls. 11v.-12, 22v.-23).

Na documentação é também abundantemente referido o transporte dos materiais; o meio de transporte preponderante era o barco, principalmente para o transporte da cal e da madeira. Dos cais de desembarque até ao local da obra o transporte dos materiais fazia-se recorrendo a carros. Em março de 1584 a madeira para cimbres, que se foi buscar á Póvoa da Varziela, foi transportada em carros até ao rio e depois numa barca (fls. 42v-43).

A pedra era transportada das pedreiras até à obra recorrendo a carros puxados por juntas de bois (fls. 5v. e 37v.). A documentação regista vários pagamento com o concertos dos carros; gastos efetuados com o trabalho dos carpinteiros e com a compra de diferentes peças (fls. 19v. e 25v.).

Um caso que é descrito com algum detalhe refere-se ao «gasto que se fez em um navio de cal que veio para a capela de D. Lopo de Almeida». A 19 de agosto de 1584, o irmão da Misericórdia, Gaspar Ferreira dirigiu-se a Buarcos para negociar dois navios de cal; o resultado seria, no entanto, o fretou de apenas um navio com 81 moios de cal. Por cada moio, com o

transporte, pagou-se 300 reis (fl. 11v.-12); despendeu-se ainda 23.500 reais pelo frete da embarcação e 400 reiais pela sua pilotagem, da barra de Buarcos à barra da cidade do Porto (fl. 12v.). A cal foi ensacada no navio e foi medida por cinco trabalhadores da Ribeira; cada trabalhador foi pago a oito vinténs por dia, num total de três dias de trabalho. O transporte deste material para a obra foi feito em 101 carros, que custaram 20 reais cada; «os sacos em que veio esta cal eram setenta e eram desta Casa mas para se concertarem se gastou em linhas e cordel para atilhos e em agulhas e com duas mulheres que os concertaram, 180 reais (fl. 13).

O livro de despesa da obra indica, ainda, o uso específico de alguns materiais: três pedras grandes para «pedestais da capela da banda de dentro» (fl. 17v.); duas «pedras grandes para *vazas*» (fl. 17v.); e uma pedra grande para «pedestal das colunas da portada» (fls. 42v.-43); assim como, elementos que parecem chegar já finalizados à obra: pedestal, terço de coluna (fl. 44v.) e «dois meios capitéis» (fl. 125).

Ferramentas e meios auxiliares

O livro de despesa da obra discrimina os diferentes tipos de ferramentas e de alguns meios auxiliares à construção.

As ferramentas são as mais abundantemente referidas, quer por compra quer por concerto; destacam-se picões[20] (fl. 5v.); marrões[21], cunhas, palmetas[22], camartelo[23], podão, enxadão[24] (fl. 6); alavancas (fls. 6, 19v. e 35); alvião (fl. 8v.); escopos (fl. 32v.); escodas[25] (fl. 32v.); «colheres, a que chamam pinceis, para as juntas»[26] (fl. 61); cinzel (fl. 37v.); maceta (fl. 39v.).



Figura 6
Pormenor de capitel e entablamento (fotografia do autor).

Algumas vezes está indicado o número de ferramentas feitas ou adereçadas; este número vai aumentando no decorrer da obra, pois estas são compradas à medida da necessidade e evolução da mesma.

Os meios auxiliares para a construção destacam-se pela sua diversidade: cântaros e púcaro (fls. 39v. e 58), cestos e seiras (fl. 41), cordas (fl. 56v.), polés (fl. 50); paus de carvalho para «virar as pedras» (fl. 54v.); cabos de esparto «para se trazer pedestais grandes» (fl. 21) e «para o guindar das traves» (fl. 54); cabo de linho «para atar» (fl. 54); corda de esparto para os «bois tirarem o carro por diante» (300 reais) (fl. 19v.); pau grosso para servir «como alavanca para virar as pedras» (fl. 19v.); caniço, ciranda[27] (fl. 56v.), «cadeia da balança» (fl. 58), carro para o transporte das pedras grandes (fl. 16) e carrinhos pequenos (fl. 61v.); «baldes para trazer e ter água à obra» (fl. 40); uma peneira «para o pó da pedra» (fl. 41); padiola grande (fl. 41).

Estas ferramentas e outros objetos eram usados tanto no estaleiro como no trabalho que se realizava nas pedreiras: «um camartelo para a obra da casa (que o outro anda no monte)» (fl. 31v.) e «para um cântaro dos pedreiros do monte» (fl. 58).

Regista-se também a compra de material mais técnico como «olivel [ou «prumo de olivel» (fl. 60)] para o mestre da pedraria» (fl. 59); «cordel e canas para medir na obra» (fl. 60); compasso (que se comprou a Joana Manuel, «mulher que foi de Francisco Fernandes pedreiro», e posteriormente foi vendido «por o mestre o achar pequeno) (fl. 6v.); esquadro de ferro (fl. 25v.); «furadores para riscar e traçar» (fl. 26); régua grande e três mais pequenas de madeira (fl. 30v.) (posteriormente compram-se mais sete réguas (fl. 41) e uma de metal de vinte palmos (fl. 33v.)).

De mencionar ainda que foi comprado algum material ao mestre Manuel Luís: «outra ferragem que tinha Manuel Luís, argolas e chapas, eixos e chumaceiras» (fl. 50).

A documentação referencia gastos com diferentes elementos que comporiam um guindaste. Designadamente o «mastro para o guindaste» (fl. 53v.); duas «rodas» do guindaste e duas polés[28] (fl. 54); material de ferraria para o guindaste: argolas e chapas (fl. 54);

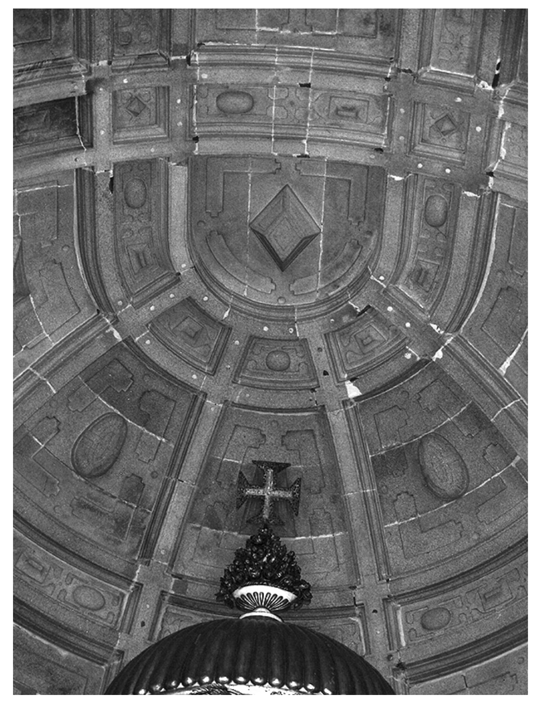


Figura 7
Cobertura da capela-mor (fotografia do autor).

cabo para o guindaste (composto por 50 pedras de linho;[29] o «feito» do cabo custou 110 reiais o quintal; foi ainda pago o carreto da casa do cordoeiro à obra) (fl. 56).

Tal como para os materiais, a documentação indica os preços de alguns destes elementos auxiliares da construção: cesto para a ferramenta, 25 reais (fl. 19v.); corda de esparto, 300 reais (fl. 19v.); esquadro, 200 reais (fl. 25v.); maceta, 160 reiais (fl. 39v.); cântaro, 25 reais (fl. 44v.); pedra de linho, a 290 reais a pedra (fl. 56).

Técnicas

Na documentação em estudo as referências a técnicas e modos de fazer são pouco desenvolvidas, no entanto, é possível indicar alguns procedimentos realizados na obra e na preparação de alguns elementos construtivos.

Destaque para a referência aos moldes a usar no realização dos elementos arquitectónicos que compunham a capela. Assim, mencionam-se pagamentos a Bento Ferreira, imaginário, «de lavrar as tábuas dos moldes dos pedestais e cimalhas» (fl. 30v.) e «de abrir os moldes nas tabuas para os pilares grandes» (fl. 35). Posteriormente, compram-se «duas tábuas secas para os moldes» (fl. 55v.) e realiza-se um pagamento ao carpinteiro António Ferreira por abrir «moldes e outras coisas necessárias para o lavrar das colunas» (fl. 68).

Outras referências mais breves mencionam «nove paus que se compraram na Ribeira para escorar» (fl. 57); o uso de cordas e paus para movimentar pedras e elementos arquitectónicos (fl. 21 e 42v.-43) e a compra de sebo (fl. 16), destinado a «ensebar o carro que traz as pedras» (fl. 125). Alude-se ainda à utilização de cimbres em madeira, seguramente de apoio à construção de arcos e abóbadas (fl. 42v-43) e a aplicação de «cordel e canas para medir na obra» (fl. 60).

A evolução da obras e do estaleiro

A obra iniciou-se com o projeto, e o livro de despesa regista o pagamento: «ao mestre de obra de pedraria se deram três mil reis de vir de Amarante a esta cidade traçar a capela que D. Lopo de Almeida mandou fazer neste Casa da Misericórdia e de fazer um debuxo da dita capela» (fl. 132).

Com os trabalhos já em andamento, a primeira féria, de 4 de agosto de 1584, assinala os salários dos diferentes oficiais: «mestre da obra», Manuel Luís, a 12 vinténs por dia (fl. 2v.); 4 pedreiros (um deles «criado de Manuel Luís mestre da obra», fl. 3), a 6 vinténs por dia (fl. 2v-3); 1 cabouqueiro, a 7 vinténs por dia (fl. 3) e 2 «trabalhadores», a 60 reais por dia (fl. 3).

A terceira féria, de 18 de agosto, para além do trabalho dos oficiais sem grandes alterações às duas férias anteriores (fl. 5 e 5v.), menciona já o pagamento a diferentes carreteiros por 13 carros de pedra (fl. 5v.) e ao ferreiro Francisco Rodrigues, morador na porta do Olival (fl. 5v.).

Nos inícios de setembro, os oficiais a trabalhar no estaleiro duplicavam, compreendendo 9 pedreiros e 3 trabalhadores (fl. 10v.) e em novembro totalizavam na obra 13 pedreiros (fls. 30v.-31). Nesse mesmo mês «compraram uma pouca palha a Domingos Pires de Godim para dormirem o cavouqueiro e outros oficiais» (fl. 30v.).

Com o novo ano, os trabalhos reforçam-se; em finais de janeiro de 1585 regista-se uma quantidade significativa de carros de pedra grande (fl. 37v.); em fevereiro ocorre o primeiro pagamento por corte de madeira (fl. 41), que desta data em diante será regular. No mês de março intensificam-se os pagamentos; o número de pedreiros passa a 17 e o de cabouqueiros a 2; verificam-se mais gastos com ferramentas e um maior número delas e com carros de pedra (fls. 42-42v.). Em maio de 1585, o estaleiro eram já composto por 21 pedreiros (sendo vários «criados» de Manuel Luís, 7 carpinteiros, 6 servidores e 2 cabouqueiros (fl. 56); ou seja, em menos de uma ano quadruplicou o número de oficiais de pedraria e juntaram-se novas especialidades.

A féria de 22 de junho de 1585 regista um pagamento adicional aos oficiais de pedraria e ao cavouqueiro, de 20 reais por dia, «por trabalharem a hora da folga»; este pagamento suplementar foi também feito aos servidores (fl. 61).

Também em momento cruciais da obra os trabalhadores eram compensados. Em junho de 1585, regista-se um pagamento de 886 reais «de uma merenda que se deu aos oficias e trabalhadores quando assentaram o primeiro pedestal» (fl. 61). Um pagamento semelhante ocorreria em agosto de 1586, «quando fecharam o arco da parte de dentro» (fl. 122).

Considerações finais

A capela-mor da igreja da Casa da Misericórdia do Porto constitui-se como uma obra relevante no contexto da história da arquitetura e da arte em Portugal no século XVI.

A história e caracterização estético-artística desta obra, que subsiste com as suas características primitivas, praticamente sem alterações significativas, beneficia da existência de fontes documentais, de diferentes tipologias, que fornecem importantes dados sobre a sua autoria, processo de encomenda e evolução dos trabalhos.

Especificamente, as fontes escritas em análise neste estudo, numa primeira abordagem dada a impossibilidade do estudo sistemático, permitem complementar o conhecimento até ao momento existente, fornecendo novos dados especificamente para a história da construção deste edifício: materiais, origem e preços; ferramentas e meios auxiliares da construção, formas de usos e custos; ofícios envolvidos na construção e evolução dos trabalhos, entre outros; dados que serão, também, muitos úteis para a definição de um quadro global da história da construção em Portugal durante a centúria de quinhentos.

Notas

1. Sobre a fundação e difusão das confrarias da Misericórdia ver Sousa (1998), Sá (2001), Paiva (2002-2004, vols. 1-3).
2. O compromisso descrevia minuciosamente os objetivos, as normas de funcionamento, os cargos, o modo de organização e gestão, assim como as atividades a implementar. Cf. transcrições dos Compromissos quinhentistas e seiscentistas em (Paiva 2004-2005).
3. Sobre a relação existente entre as Misericórdia e a arte veja-se Pinho (2012, 109-144).
4. Sobre o conceito «Casa da Misericórdia» ver Pinho (2012, 186-224).
5. Veja-se o documento transcrito e fac-similado em Basto (1997, 1:164-165), pertencente ao Arquivo da Câmara Municipal do Porto.
6. Veja-se o documento transcrito e reproduzido em fac-simile em Basto (1997, 1:387-388).
7. Arquivo da Misericórdia do Porto, série D, banco 8, n.º 2, fl. 62.
8. A Mesa contrata Manuel Luis «de dar a traça da capella que dom Lopo dalmeyda em seu testamento manda fazer», o que efetivamente ocorreu, pois um outro documento regista: «a Manuel Luis pedreiro dey tres mil rs por vir de Amarante tracar a Capella de dom Lopo E de fazer a traça e debuxo q deixou nesta Casa», série D, banco 8, n.º 2, fl. 10. e D, Bco. 8, n.º 1, fl. 117 – 117 v.
9. Arquivo da Misericórdia do Porto, série D, banco 8, n.º 2, fl. 62.
10. Arquivo da Misericórdia do Porto, Série D, Banco 8, n.º 2, fl. 13-16.
11. D. Lopo de Almeida, estudou em Coimbra, Bordéus e Sorbonne. Em 1550 foi detido e condenado por indícios de heresia luterana, devido ao seu relacionamento com humanistas do Colégio das Artes, em Coimbra, detidos no mesmo ano. Foi capelão de Filipe II e partidário da solução filipina na crise de 1580; em 1584 morre em Madrid, deixando a Misericórdia do Porto como sua testamenteira. Para dados biográficos mais detalhados sobre D. Lopo de Almeida ver *Tesouros...* (s/d, 47-48) e Peixoto (1997, 28-38).
12. Veja-se o testamento de D. Lopo de Almeida, transcrito em Peixoto (1997, 80) e Basto (1997, 2:8-22).
13. Para os dados biográficos e profissionais de Manuel Luís ver Ruão (1995, 116-121).

14. *Tesouros* ... (s/d, 35), citando documento transcrito em Basto (1997, 2:120). Referência ao contrato em Arquivo da Misericórdia do Porto, série D, banco 8 e série H, banco I, n.º 9, fl. 8 v.
15. Veja-se *Tesouros* ... (s/d, 49-50), citando Basto (1997, 2: 120).
16. Pormenores da realização destas obras em Basto (1997, 2: 133 – 157), segundo as fontes existentes no Arquivo da Misericórdia do Porto.
17. Sobre esta questão veja-se Serrão (2002), (1995), Basto (1997, vol. 2), Pinho (2008), Afonso (2009, 2012a e 2012b).
18. A referência à documentação estudada (Arquivo da Misericórdia do Porto, série B, banco 3, 12) é dada entre parêntesis indicando o número do fólio; os excertos transcritos apresentam ortografia atualizada, segundo a norma em vigor; as palavras não atualizadas surgem em itálico.
19. Numa das referências a «pedras grandes» é dada a sua dimensão: 8 palmos de comprido, 4 e meio de largo e três de grosso (fl. 21).
20. Picareta, alvião; instrumento de ferro para arrancar pedra.
21. Martelo grande de ferro para partir pedra.
22. Espátula.
23. Martelo com apenas um gume.
24. Foice para cortar ou desbastar.
25. Instrumento para alisar a pedra desbastada ao picão.
26. Colheres de pedreiro.
27. Peneira para areia, cal e outros materiais.
28. Roldana ou moitão.
29. Porção de linho atado em conjuntos de três quilos.

Lista de referências

Afonso, José F. 2009. «Regressando a Alberti. As igrejas das Misericórdias do Entre Douro e Minho, de Vila do Conde a Penafiel: arquitectura e paisagem urbana (1534-1622)». Em *Actas das II Jornadas sobre as Misericórdias: As Misericórdias quinhentistas*, 123-151. Penafiel: Santa Casa da Misericórdia de Penafiel.

Afonso, José F. 2012a. *A igreja velha da Misericórdia de Barcelos e cinco Igrejas de Misericórdia do Entre-Douro e Minho. Arquitectura e paisagem urbana (c.1534--c.1635).* Barcelos: Santa Casa da Misericórdia de Barcelos.

Afonso, José F. 2012b. «Do papel à Pedra: a colecção de gravuras de Hans Vredeman de Vries do mosteiro de Santa Cruz de Coimbra, a capela-mor da igreja da Misericórdia do Porto e o ornamento "flamenguista" da arquitectura portuense (c.1565-c.1725)». Em *Actas do II Congresso de História da Santa Casa da Misericórdia do Porto*. Porto: Santa Casa da Misericórdia do Porto.

Basto, Artur de Magalhães. 1997. *História da Santa Casa da Misericórdia do Porto*, 2 vols, 2.ª edição. s/l: Edição da Santa Casa da Misericórdia do Porto.

Correia, Fernando Silva. 1999. *Origens e formação das Misericórdias Portuguesas*. Lisboa: Livros Horizonte.

Freitas, Eugénio de Andreia da Cunha. 1995. *História da Santa Casa da Misericórdia do Porto*. [s. l.]: Santa Casa da Misericórdia do Porto.

Paiva, José Pedro (coord.). 2002-2012. *Portugaliae Monumenta Misericordiarum*. vols. 1 – 10. Lisboa: Centro de Estudos de História Religiosa da Universidade Católica Portuguesa, União das Misericórdias Portuguesas.

Pinho, Joana Balsa de. 2008. «Relaciones artísticas entre España y Portugal. De la teoría del tratado de Sagredo a la práctica de la construcción de la capilla mayor de la Misericordia del Oporto». Em *Actas das VIII Jornadas de Historia en Llerena,* 259-270. Llerena: Sociedad Extremeña de Historia.

Ruão, Carlos. 1995. *Arquitectura Maneirista no Noroeste de Portugal, Italianismo e "Flamenguismo"*, 2 vols. Dissertação de Mestrado em História da Arte. Coimbra: Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, 1995.

Sá, Isabel Guimarães. 2001. *As Misericórdias portuguesas de D. Manuel I a Pombal*. Lisboa: Livros Horizonte.

Serrão, Vítor. 2002. *História da Arte em Portugal: O Renascimento e o Maneirismo*. Lisboa: Editorial Presença.

Silva, Jorge Henrique Pais da. 1983. *Estudos sobre o Maneirismo*. Lisboa: Estampa.

Sousa, Ivo Carneiro. 1998. *V Centenário das Misericórdias Portuguesas*. [s. l.]: CTT-Correios de Portugal.

El arquitecto provincial Ventura Vaca: la ejemplificación de su trayectoria profesional en Alburquerque (Badajoz)

Marina Bargón García
María del Mar Lozano Bartolozzi

La población de Alburquerque (provincia de Badajoz) se encuentra en la zona sur de la comunidad autónoma de Extremadura, cercana a Portugal y en las estribaciones rocosas de la Sierra de San Pedro.

Existen diferentes teorías sobre su fundación; entre otras, López (López 2003, 68) o González (González 1993, 115) afirma que en el entramado medieval de las calles pueden leerse trazas romanas, mientras que Mélida apunta incluso a un origen íbero en lo alto del cerro (Mélida 1926 Tomo I, 142–151)

El espacio urbanístico conservado desarrolla a partir de un castillo medieval situado en un alto y encrespado cerro, con iglesia y varias calles, en el interior de un recinto amurallado, que configuran la Villa de Adentro. En su ladera norte se extendió la Villa de Afuera a partir del siglo XII, esparciéndose los arrabales por las puertas principales de la muralla que miraban hacia esta dirección (Puerta de Valencia y Puerta de Alcántara). El segundo punto de desarrollo se produjo a partir del siglo XV, hacia el Sureste, por el camino hacia Badajoz, en la zona que se denominó Pozo Concejo (López 1998, 8). Este desarrollo coincide en el tiempo con la principal reedificación del Castillo de Luna, que confiere su identidad estética y lo dota de soluciones constructivas que hoy conocemos. Será en este momento cuando el urbanismo extramuros y sus espacios comiencen a consolidarse definitivamente. El castillo y las murallas disfrutan de una privilegiada situación que constituye una atractiva visión panorámica propia de una fortaleza medieval asentada en la roca, situada en un territorio de frontera. Sus características históricas y arqueológicas, de gran interés, han sido estudiadas por diversos historiadores como Cooper, Navareño Mateos, Cruz Villalón y Hernández Vila, Andrés Ordax et alter.

Los cambios urbanísticos principales en la localidad se produjeron en los siglos XVIII y XIX debido a las guerras con Portugal y con Francia. Alburquerque pasó a manos portuguesas desde 1705 a 1716 después de durísimas batallas, razón por la que parte de sus cambios fisionómicos se dieron en este momento[1]. Se reforzará su expansión fuera de las murallas con algunas nuevas construcciones municipales, como la nueva situación de las Casas Consistoriales fuera de la Villa Adentro (Duarte 1929, 249) y un número considerable de edificaciones privadas que aún se conservan en la calle… El Casco Antiguo también se vio afectado en esta contienda, ya que su muralla quedó seriamente dañada. Esta situación será aprovechada por los portugueses, quienes construyeron una segunda línea defensiva abaluartada tipo Vauban, además de aprovechar los nuevos huecos aparecidos para realizar construcciones más modernas y de mayor calidad (el palacio de los Risco, cárceles, etc.) (López 1998,9)

La plaza del pueblo se había constituido con anterioridad como un hito importante a partir del terraplén cercano a una de las puertas principales de la ciudad. Sin embargo, será a partir de este momento (siglo XVIII) cuando esta plaza sea considerada como la Plaza Mayor del pueblo, consolidando su espacio hasta nuestros días (aunque no su aspecto original, parcial-



Figura 1
Grabado de Allain Manesson Mallet, vista de Alburquerque 1684

mente transformado por algunas actuaciones realizadas a principios del siglo XX). Esta Plaza Mayor fue generada por algunas de las principales vías de comunicación existentes que conducían a localidades o municipios cercanos, así como a algunos hitos locales anteriores por los que ya se habían desarrollado estos caminos[2], por lo que no podemos afirmar que fuese el motor generador del urbanismo de la Villa Afuera, sino más bien al contrario, fueron los caminos los que delimitaron el espacio para la Plaza. Sin olvidar que en el desarrollo de la población tuvieron también un papel fundamental las abundantes fuentes del entorno y de todo el término. De la Plaza Mayor y su aledaño Paseo de La Alameda ya habla Pascual Madoz (Madoz 1846–1850, 348):

> Tiene 5 plazas: la principal en el centro de la población, cuadrada…poblada de casas, excepto el oeste que se prolonga en una alameda…plantada de árboles desde 1834, y se comunica con la parte sur con la llamada del reducto.

La misma situación de destrucción y reconstrucción se produjo en el siglo XIX en la contienda Napoleónica, cuando Alburquerque –en este caso, tanto la Villa Adentro como la Villa Afuera– volvió a ser asolada. Estos huecos son aprovechados para incluir nuevas casas unifamiliares de cierta calidad, algunas fábricas, etc. aunque no obras públicas de importante mención. No será hasta el periodo de la Restauración cuando sepamos de la construcción de la Plaza de Toros (arquitectura singular por ser planteadas casas adosadas en la estructura de esta Plaza) o, del que hablaremos posteriormente, Cementerio Nuevo.

Una vez reedificada la localidad y habiendo vuelto al desarrollo de la vida diaria de sus vecinos, el municipio de Alburquerque experimentó en el siglo XIX una gran expansión urbanística y económica, como signo de nueva identidad y apertura hacia las ideas de una ciudad más moderna. Lo hizo al seguir las curvas de nivel y (González, 1993, 126) con un urbanismo de mayores espacios abiertos, generados por nuevos proyectos.

López Cano (López 1998, 7) insiste en que es en siglo XIX cuando la localidad experimenta un mayor crecimiento monetario e industrial, pudiéndose comprobar en la descripción que Madoz realiza hacia 1850 (Madoz 1846–1850, 148):

> Lo mejor, que se llama *Villa de Afuera* y compone las dos terceras partes de la población, no ha querido encerrarse en el estrecho recinto de la muralla.

Y continúa su descripción sobre el urbanismo de Alburquerque exponiendo que:

> La villa se compone de 1.040 casas, de las cuales, 500 son bajas de un solo piso y pequeñas, mientras que las restantes son de 2 y 3 pisos. Forman calles irregulares y empedradas, algunas espaciosas… Hay casa para el Ayuntamiento que tiene además la cárcel…dos escuelas…estafeta de correos; un edificio que fue hospital militar…otro hospital de la caridad…2 parroquias, un convento que fue de San Francisco, otro de monjas de la Encarnación, ya de propiedad particular; una ermita titulada de la Soledad, otra de Santa Ana…y por último el cementerio a 300 pasos y al norte, con capilla dentro dedicada a San Albín, en buen estado (Madoz 1846–1850, 348).



Figura 2
Plano de Francisco Coello (c.1850)

En el plano de Francisco Coello (c.1850) podemos ver esta ordenación urbana y la relación con el territorio.

El crecimiento y desarrollo de la Villa de Alburquerque se prolongará hasta el final del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX. En plena Restauración veremos la pretensión de realizar proyectos que dotasen de servicios al pueblo, tales como la Plaza de Toros (1880) o el Nuevo Cementerio de la localidad (1897). En los comienzos del siglo XX se insiste en el interés de la población y su ayuntamiento por modernizar sus instalaciones:

> Se trata, en efecto, de una población cuyos habitantes aman el progreso en todos los órdenes de la vida, y son entusiastas de cuanto signifique una reforma beneficiosa para el vecindario…el Ayuntamiento demostrando su cultura e ilustración (Memoria construcción del Matadero).

Por eso ya el siglo XX se planeó construir un Matadero Municipal (1912) y los Almacenes y Depósitos Municipales (1917).

Con el cambio de Gobierno a la Dictadura Militar del General Primo de Ribera, se intentó dotar al pueblo de edificios oficiales que facilitasen el normal desenvolvimiento de la vida cotidiana de la localidad. Por esto mismo se proyectan Las Casas Consistoriales –que hoy día podemos ver– (1926), el Palacio de Justica (1927) y la Cárcel de Partido (1927), estos dos últimos no realizados y todos proyectados por el arquitecto Donato Hernández Ruiz (Bargón 2015, 382–385). Este mismo arquitecto edifica y construye una escuela de primaria (1928)[3]. También se dotará al pueblo de servicios ingenieriles, como la construcción del Puente de Carrión (1926) o una cartera que facilitase, por fin, el camino hacia la localidad vecina de La Codosera (1919), así como otros de carácter lúdico como por ejemplo la construcción del Cine La Torre (1930)[4].

Durante la II República española, la construcción de edificios de servicios decrece, por lo que se aborda únicamente la reedificación de la Plaza y el paseo conocido como La Alameda (1939) por el arquitecto Francisco Vaca –hijo del arquitecto Ventura Vaca–, así como la edificación de otra escuela (1931 y 1935) por Francisco Vaca. Fueron preconcebidos otros proyectos, como una Casa Cuartel (1932) o casas para maestros (1937) sin llegar ninguno a término.

Los primeros años de la Dictadura de Francisco Franco, o los años de posguerra, fueron profusos en intentos de edificación de servicios municipales. Así el arquitecto Francisco Vaca hace varios proyectos para hospital (dos en 1945 y uno en 1946), casas de maestros (1949), Instalación de parada de caballos (1951), etc. sin que la construcción llegase, por lo general, a realizarse. De todos ellos, cabe reseñar por la estética de la edificación y por la importancia que este edificio tuvo en el pueblo el Mercado Municipal (1945), también obra de Francisco Vaca, que actualmente es el Centro de Creación Joven y Mercado Municipal de la localidad.

Pero no es solamente Alburquerque la población que quiere mejorar su urbanismo y sus instalaciones a finales del siglo XX y en los primeros años del siglo XX, pues también se producen algunos cambios en la mayor parte de las poblaciones de la región, tanto en el terreno de los equipamientos urbanos, como de las edificaciones públicas. Ayuntamientos, mercados, mataderos, cines, teatros, nuevos cementerios, se renuevan o construyen de nueva planta, en aras a la mejora de las medidas higiénicas y para ser-

vicio de los habitantes, bajo criterios de una nueva ciudad burguesa a pesar de que Extremadura es región donde abundan los trabajos de servicios y agropecuarios (Lozano 1997). Los arquitectos e ingenieros que transforman además las poblaciones en esos años con nuevos trazados urbanos debido a algunas alineaciones interiores, reforma de las plazas, paseos, tímidos ensanches hacia determinados polos periféricos, conducciones de agua y alcantarillado, luz eléctrica, e incluso algunos parques y jardines, son los que ocupan los cargos de arquitectos municipales, provinciales y diocesanos. Nombres como Vicente Paredes Guillén, Emilio Mª Rodríguez, Rufino Rodríguez Montano, Eduardo Herbás y otros, en la provincia de Cáceres y Francisco Morales, Ventura Vaca, Tomás Brioso, Florencio Ger y otros, en la provincia de Badajoz.

Ventura Vaca Parrilla

El arquitecto de la Real Academia de San Fernando y provincial de Badajoz (tal como firma sus proyectos) Ventura Vaca Parrilla (Badajoz, c. 1856-Badajoz, 1938), titulado en 1882. Será el encargado de elaborar muchos de estos proyectos en una cronología que marca principalmente el paso de los dos siglos, desde los años ochenta del siglo XIX hasta la segunda década de siglo XX. Vaca, yerno del arquitecto Francisco Morales Hernández, también arquitecto provincial, comenzó siendo segundo arquitecto provincial entre julio de 1882 y junio de 1889 (González 2010, 12) y posteriormente arquitecto provincial desde junio de 1889 hasta diciembre de 1928. Vaca también fue arquitecto diocesano.

Su lenguaje ecléctico, con algún signo modernista se identifica en edificios y reformas urbanas, de las cuales algunas se conservan en pie y otras ya han desaparecido. Desde arquitectura doméstica en casas unifamiliares entre medianeras (como la casa Ramallo en la calle Meléndez Valdés de Badajoz (1914)) o aisladas (como la suya propia a la salida de Badajoz en la carretera de Olivenza). En Llerena es el autor de un interesante palacete urbano (1899–1902) llamado casa de doña Mariana, propiedad de Antonio Rodríguez Zambrano, que en la actualidad ha sido rehabilitado como Hospedería de Turismo denominada: Hospedería Mirador de Llerena (Abujeta 2016, vol. II 355–402). Viviendas de pisos y con finalidad social (el proyecto casas económicas para los obreros de la estación de Badajoz (1914). También edificios institucionales como en Almendralejo, donde realiza unas interesantes construcciones: el Palacio de Justicia (1886) y la Cárcel (1887) que fueron ya estudiadas en su día (Lozano y Bazán 1990, 180–204), en Badajoz, interviene en el edificio de la Diputación Provincial de Badajoz que proyectada su suegro en 1868 (González 2010, 21) cuando se reforma a finales del siglo XIX y el propio Vaca realiza la decoración de la portada principal. Edificios para equipamientos públicos, En Mérida Vaca realizó las Escuelas, con el derribo del llamado palacio del Duque de la Roca. En la actualidad se llama colegio Trajano. En Fregenal de la Sierra, junto a su hijo Francisco Vaca, proyecta el Instituto de Segunda Enseñanza (1928). Además de edificios comerciales como el proyecto de Las Tres Campanas en Badajoz (1899) o edificios de ocio como la plaza de Toros de Mérida (1914). Igualmente fue el autor de varios proyectos de cementerios de distintas poblaciones de la provincia como el de Los Santos de Maimona (1887).

Su hijo el arquitecto Vaca Morales fue igualmente una figura fundamental en la arquitectura de Badajoz, ya con lenguajes relacionados con el racionalismo (Lozano y Cruz, 1995).

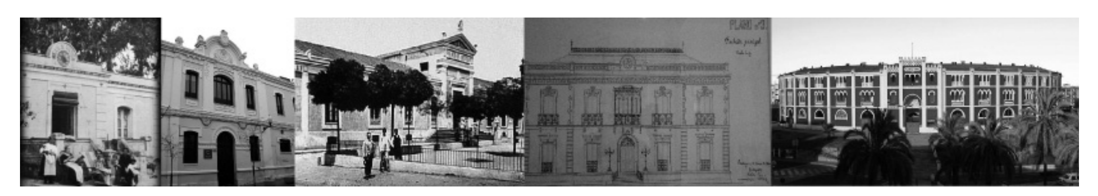


Figura 3
Casa familiar de Ventura Vaca; Colegio Trajano Mérida; Palacio de Justicia, Almendralejo; planos originales de la casa de doña Mariana, Llerena; Plaza de toros, Mérida.

El Cementerio

Uno de los proyectos de interés conservado en su totalidad es del nuevo cementerio municipal de Alburquerque, firmado por Vaca como arquitecto provincial, el día 8 de marzo de 1897 en Badajoz. Las obras se realizaron en seis tramos diferentes, según lo dispuesto en la memoria del arquitecto, para facilitar el gasto en las arcas municipales sin que supusiera la ruina de la Corporación Municipal. De esta manera, los diferentes tramos de obras se sucedieron desde el año 1898 hasta 1910, recibiéndose cada tramo a año vencido tras finalizar el período de garantía. En 1910 se firman las certificaciones finales de obra, pudiéndose enterrar en este nuevo cementerio desde el 1 de enero de 1911.

Los cementerios fueron renovados a lo largo del siglo XIX, pero es en 1888 cuando se establecieron las normas para su construcción. La base del interés de realizarlos era fundamentalmente seguir unos criterios higienistas. Por eso la corporación municipal según se afirma en la memoria, considera necesario llevarlo a cabo pues su obligación es: «velar por la salud e higiene del vecindario». Dichos cementerios se debían construir a las afueras de las poblaciones. En la memoria del arquitecto se justifica que el actual se encontraba «rodeado de viviendas». [5] Pero las obras no se realizaron hasta que la Comisión de Salubridad, designada por el Ayuntamiento, el Párroco de la Iglesia de Santa María del Mercado y los Médicos locales no certificaron la idoneidad del lugar. Primeramente, se seleccionó otro terreno que no cumplía con las disposiciones y ordenanzas, algo que disgustó profundamente al párroco, sin embargo, todos coincidieron en que el emplazamiento oportuno debía ser el conocido como «Toril del Espolón», que se encuentra al Nordeste del pueblo. En la memoria descriptiva del proyecto se explica que está a mil doscientos metros de distancia del mismo, e incluso una colina con arbolado separa a aquél de éste. Igualmente la situación es favorable respecto a los vientos.

El proyecto refleja las edificaciones, osario, departamento civil y calles de paso de servicio. Con forma total de un cuadrado de ciento cuarenta metros de lado. La fachada principal es paralela al camino y en el centro se sitúa la puerta de entrada. A través de ella se entra a un vestíbulo cubierto que comunica a la derecha con habitación del guarda y a la izquierda con sala de depósito y de autopsias. En el ángulo de

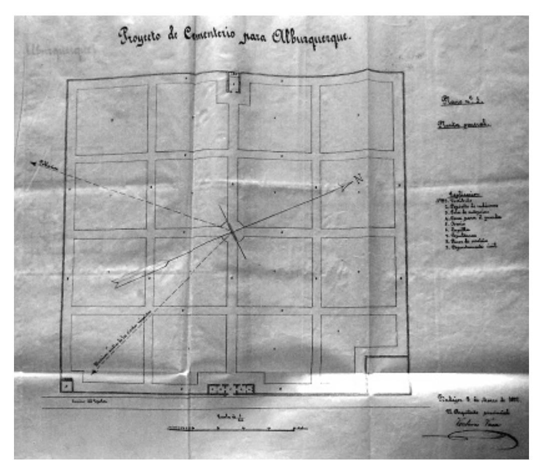


Figura 4
Planta del proyecto para Cementerio Nuevo de Alburquerque, Ventura Vaca. 1897– 1910.

la izquierda va instalado el osario, y en el de la derecha el departamento para los que mueren fuera de la confesión de la iglesia católica, con entrada independiente y sin acceso al resto del cementerio. En el eje de la puerta principal y en el muro opuesto a ésta se proyecta una pequeña capilla.

A sabiendas que el ayuntamiento tiene muy pocos recursos, se trata de una construcción económica, con materiales propios de la localidad, y desarrollada en varias secciones o tramos, tal como hemos comentado anteriormente, según se especifica en las condiciones facultativas. La extensión total a edificar son 19.600m^2. [6]. El muro del recinto se proyecta con 2.35 metros de altura, pues otra exigencia es que los muros fueran inaccesibles e igualmente tendrá rejas y cancela de hierro forjado y fundido, pues era necesario cuidar las puertas y su seguridad. Los materiales se procurarían de la localidad. El dibujo recurre a los elementos habituales del arquitecto. Mucha simetría, entrada principal que sobresale con pilastras y puerta de medio punto, formas angulosas y clásicas, y ventanas con molduras con forma de frontón. El remate con una cruz. El presupuesto final de la obra asciende a 36.201 pesetas[7]

En la actualidad el cementerio ha sufrido alguna modificación puntual para poder satisfacer la demanda de nuevos nichos al haberse incrementado el padrón municipal. Se han construido nuevas calles para nichos en el lateral izquierdo, sin llegar a tocar el

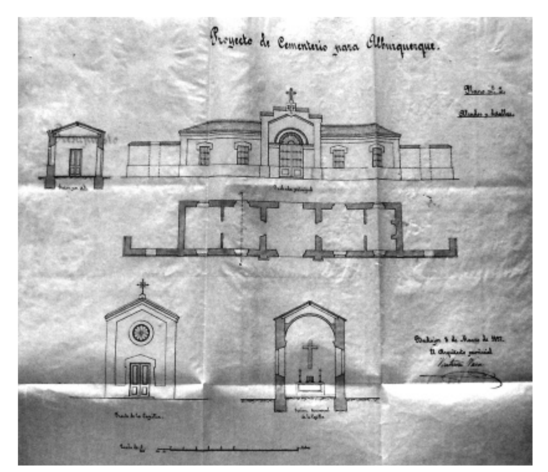


Figura 5
Alzado del proyecto para Cementerio Nuevo de Alburquerque, Ventura Vaca. 1897– 1910.



Figura 6
Imagen actual del Cementerio Nuevo de Alburquerque, Ventura Vaca. 1897– 1910.

osario, hoy día dedicado a la memoria de los fusilados en la Guerra Civil.

El Matadero

Otra de las construcciones considerada necesaria en los tiempos que corrían, eran los mataderos, que como también se indica en la memoria se debían construir por razones de higiene siguiendo los preceptos sanitarios. Se trataba de evitar de esta manera la matanza de animales en las casa particulares que tantos problemas de infecciones y falta de limpieza podían provocar. El proyecto facultativo de Vaca está firmado el 22 de febrero del año 1912. Se trata de una edificación de nueva planta, en un extremo del pueblo, a la izquierda y en prolongación de la calle de san Blas y de fácil acceso. Tiene la forma de rectángulo cuya base mide 33 m y cuya altura mide 20,40 m. Con una superficie de 673,20 m^2. Es un edificio de planta baja, distribuido en dos grandes naves laterales, dos transversales, un patio central, corrales y otras dependencias. La primera nave transversal, cuya pared exterior, forma parte de la fachada de la construcción, contiene un vestíbulo general de entrada y las habitaciones del conserje, que comunica con la galería que da acceso a las principales dependencias. El arquitecto previó que las necesidades de sacrificio animal se incrementarían en el futuro, por lo que planeó algunas dependencias (como el secadero, la mondonguería, la sala de matanza o las calderas) con espacios mayores que los necesitados entonces. En la nave interior transversal sitúa las dependencias de inspección, administración y peso, mientras que en el área descubierta a la izquierda de la nave longitudinal sitúa el depósito de combustible.
Para la distribución de los animales, diseña tres corrales para encierro de ganado, a los que se accede a través de la puerta de reses. También dispone un local para carro y caballerías, así como un pozo que facilite las labores de higiene tan necesarias en estas dependencias.

Se tiene en cuenta la importancia de la iluminación y ventilación de las naves del servicio de mata-

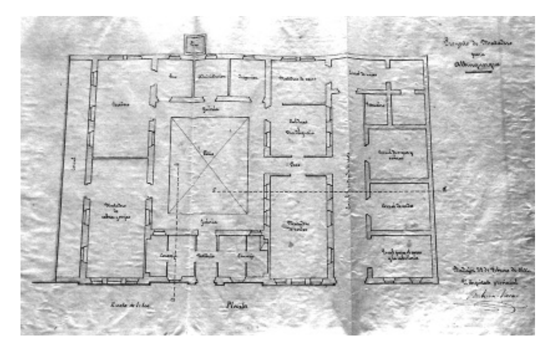


Figura 7
Planta del proyecto para Matadero de Alburquerque, Ventura Vaca, 1912

dero, por lo que se proyectan numerosas ventanas. Nos gustaría reseñar que en la memoria descriptiva del proyecto se citan como condiciones de salubridad impuestas a los edificios de esta clase el volumen de aire cúbico, el solado de hormigón hidráulico y el revestimiento de cemento. Todas estas características están previstas en el proyecto.

Respecto a las condiciones de la construcción, una vez más nos encontramos con un ayuntamiento que tiene escasos recursos y el arquitecto plantea una obra económica, con materiales existentes en la localidad o sus proximidades. Así como que los trabajadores fueran igualmente de la misma población. El presupuesto del proyecto ascendía 24.875, 22 pesetas. Las obras fueron ejecutadas por el contratista Felipe Carbajo. Sin embargo, en la certificación final de obras comprobamos que el importe final de las mismas fue 23.269,02 pesetas, aunque fueron adjudicadas por 21.820,37 pesetas; durante la ejecución de las obras hubo algunos imprevistos y así, el importe de la liquidación fue de 23.269,02 pesetas. El plazo de construcción fue de 9 meses.

El mortero ordinario para esta construcción se compondrá de dos partes de arena y una de cal apagada, mientras que el mortero hidráulico irá formado de cinco partes de arena y dos de cemento Portland.

Los pavimentos de las naves de las dependencias principales será de hormigón hidráulico de 10 cm de espesor. El hormigón estará conformado con piedra granítica o cuarzosa partida al tamaño máximo de 4 cm y mortero de cemento en la proporción de dos partes de piedra por una de mortero.

Las cubiertas de las grandes naves laterales estarán constituidas por un entramado compuesto de tablones de pino portugués de 20 cm por 6 de escuadría, espaciados a 50 cm ente ejes y apoyados y clavados por sus extremos a soleras e hilera de la misma clase y escuadría. Cada dos tablones opuestos y alternando un par sí y otro no, llevarán una fijante de diez cm por 6 de sección, ensamblada y clavada a aquellos. La madera para la confección de la carpintería será de pino de Flandes, combinado con el llamado portugués.

Es una obra de muros de mampostería de piedra y ladrillo. La cantería en batientes y encintados irá labrada en fino por sus caras visibles. Los batientes serán de una sola pieza, y las cintas o adoquines, no deberán tener menos de 80 centímetros de longitud.

Los alzados del edificio y la construcción final que se conserva nos demuestran cómo Vaca utiliza el lenguaje del eclecticismo con personalidad propia al utilizar elementos de estilos diferentes adaptados a su afán decorativista pero sin alejarse de cierta funcionalidad. En este caso con un juego alternativo de formas rectas y curvas que observen reglas de simetría y variación de luces y sombras, de plenos y vacíos. Una fachada con remates de pináculos que sobresalen como si fueran garitas defensivas y formas escalonadas en ángulos rectos que rompen la monotonía y dan un dinamismo especial al perfil superior del edificio. Mientras que los vanos, por debajo del citado remate, se perfilan de manera que dominen las curvas, con las ventanas termales neorrenacentistas y los arcos escarzanos.

Las obras fueron recepcionadas por el arquitecto el 6 de diciembre de 1913. Junto a la documentación se

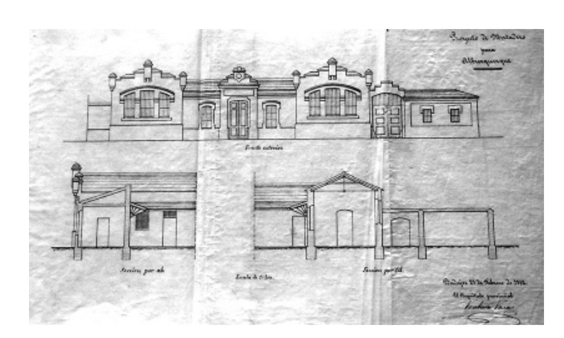


Figura 8
Alzado del proyecto para Matadero de Alburquerque, Ventura Vaca, 1912



Figura 9
Imagen actual del Matadero de Alburquerque, Ventura Vaca, 1912

adjunta el Reglamento del Matadero y obligaciones del Conserje decretado por el Ayuntamiento en diciembre de 1912.

El matadero dejó de cumplir sus funciones cuando las nuevas leyes estatales sobre sacrificio de animales cambiaron, convirtiéndose entonces este edificio en un centro de servicios sociales de distintos tipos. En la actualidad es utilizado como residencia para la tercera edad o como sede de una agrupación local para personas con capacidades especiales.

Almacenes y Depósitos Municipales

Pero también queremos comentar otra obra proyectada por Ventura Vaca que no llegó a construirse. El interés del proyecto, firmado por el arquitecto el 11 de junio de 1917, que se encuentra completo nos lleva a ello. Se trata de un edificio que se considera necesario para almacenes y depósito de la Villa. Un edificio que es una cárcel, entre otras razones, porque las prisiones se encontraban dentro de las Casas Consistoriales y se consideraba un hecho negativo. El nuevo equipamiento sería ubicado en el lugar de la Casa-Tahona propiedad del ayuntamiento.

Se trata de un edificio de dos plantas, exceptuando las naves laterales que solamente tienen planta baja. Una entrada general con escalinata para salvar el desnivel existente con la rasante de la calle, un patio con galerías en tres de sus lados, que dan acceso al despacho del jefe de la cárcel, oficinas archivo, sala de declaraciones para el juzgado, cuerpo de guardia, salas de espera y de visitas, vigilancia, prisiones independientes para hombres y mujeres, depósito de armas, cocina y escalera particular. La galería del fondo comunica, mediante un paso, con la escalera de servicio, sala de presos en común, seis celdas o calabozos para hombres, capilla y sacristía. La planta principal comprende las habitaciones particulares del jefe de la cárcel, situadas en la nave exterior, sala de reclusas en común, cuatro celdas para mujeres, enfermería y almacenes. Se tiene en cuenta una buena ventilación pues todos los departamentos tienen luces directas a patios independientes y sus respectivos aseos y, además, que los presos puedan asistir a los servicios religiosos con visibilidad suficiente al altar sin salir de las prisiones.

Los materiales y técnicas de la construcción serán económicos y propios de la localidad. Las proporciones indicadas en el proyecto para la mezcla del mortero ordinario serán de una parte de cal apagada por dos de arena. El mortero hidráulico se compondrá de tres partes de arena y una de cemento, mientras que el hormigón lo constituirá una mezcla de una parte de mortero hidráulico y cinco de gravilla.

Los forjados se compondrán de viguetas metálicas de I de diez cm de altura espaciadas a 50 cm entre ejes y empotradas 15 cm en los muros. Entre cada dos viguetas se voltearán bovedillas tabicadas de la-

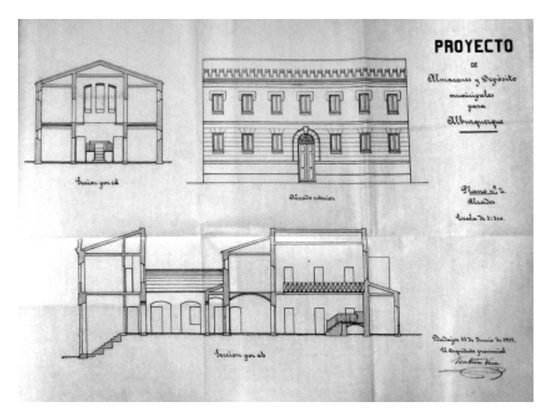


Figura 10
Alzado del proyecto de Almacenes y Depósito de Alburquerque, Ventura Vaca, 1917

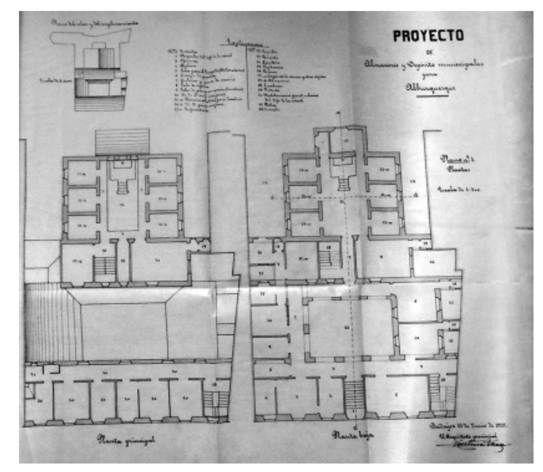


Figura 11
Planta del proyecto de Almacenes y Depósito de Alburquerque, Ventura Vaca, 1917

drillo, enrasadas por su trasdós con cascote y mortero de cal y enlucidas por su cara inferior.

Los pavimentos serán de tres clases: baldosín hidráulico liso a dos tintas, pizarra en piezas de 28 de lado y hormigón (5cm de espesor). La cantería en batientes y escalones será granítica e irá labrada por sus caras visibles y tendrá de 28 a 30 cm de huella y 20 de altura.

Las cubiertas se compondrán de maderos rollizos empotrados por sus extremos en los muros y espaciados a 40 cm entre sus ejes. Sobre ellos se enclavará un enlistonado de alfajía, que servirá de asiento a una hilada de ladrillo delgado sobre la cual se sentará la teja común mediante una torta de mezcla de cal.

En puertas, ventanas y vidrieras se empleará madera de pino de buena calidad.

El presupuesto total de contrata es de 31.426, 02, pesetas.

En esta ocasión Vaca recurre a un edificio de aspecto nerorrenacentista, como si de un palacio del Quattrocento florentino se tratase. Con la planta baja diferenciada del piso noble y del remate superior, todo con cornisas horizontales. La portada principal con arco de medio punto y un montante superior que proporcionaría luz. El paramento dividido horizontalmente, para darle un aspecto más rústico. Mientras que el piso superior es liso pero las ventanas están enmarcadas con molduras rectas acodados. El remate inferior de la cubierta tendría una decoración dentada con entrantes y salientes ciegos. Una vez más destaca el afán de juego geométrico del arquitecto con ejes de simetría y proporciones bien calculadas dotando de un ritmo clásico al edificio.

Conclusiones

Como conclusiones podemos afirmar que:

- La obra de Ventura Vaca supone un catálogo de materiales de las zonas en las que trabaja, ensalzando el valor de lo autóctono, no sólo por abaratar coste, sino por encontrar un gusto estético en la idiosincrasia de cada localidad.
- En el caso de Alburquerque el arquitecto apuesta por el blanco para los muros, estéticas sencillas con algún elemento ecléctico y ventanas al estilo catalán, tan de moda en Extremadura a finales del siglo XIX y principios del XX.
- La arquitectura de Ventura Vaca experimenta un cambio estético a lo largo de su carrera profesional. Podemos comprobar, por tanto, que su estética se hace más compleja, atreviéndose a introducir elementos ornamentales más complejos. Su gusto personal y su aplicación arquitectónica ecléctica –como, por ejemplo, en el Matadero– cambia a lo largo de su carrera, para recurrir a estilos más depurados y utilizados a nivel nacional, como por ejemplo el estilo neorenacimiento.
- Los espacios se vuelven más diáfanos y prácticos, los ambientes se vuelven claros según su funcionalidad y la racionalización del espacio se apodera del arquitecto en sus últimos proyectos, tal y como podemos comprobar en la utilización del espacio de los Almacenes y Depósitos municipales.

Notas

Este trabajo se incluye en el proyecto de investigación nacional: «La Patrimonialización de un territorio: conformación de paisajes culturales entre el Tajo y el Guadiana en Extremadura» HAR2013-14961-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, que desarrolla el grupo ARPACUR de la Universidad de Extremadura y grupo HUM012 de la Junta de Extremadura.

1. Según Duarte Insúa, la mayoría de los edificios quedaron seriamente dañados o completamente destruidos. Por esto, el pueblo de Alburquerque debió edificar o reedificar gran cantidad de solares vacíos o semiderruidos. Es probable que esto sucediese a partir de 1716, cuando muchas familias alburquerqueñas regresasen a su localidad después de abandonarla al no querer pertenecer al Reino de Portugal.
2. Como es el caso del camino hacia el este, conocido como de *Elvira Vacas* o *Mira Vacas*, utilizado para asistir a los oficios impartidos en dos monasterios y varias ermitas, o el camino al norte hacia los terrenos comunales llamados *Los Baldíos*.
3. Uno de los pilares del Gobierno de Primo de Ribera fue la educación y la lucha contra el analfabetismo en los niños. La mayoría de las escuelas edificadas en la provincia de Badajoz en estos años de Gobierno son proyectadas por el arquitecto Donato Hernández Ruiz.
4. Sabemos, por las Actas de Sesión de Plenos del Archivo Municipal de Alburquerque, que el Cine es inaugurado en 1930, sin embargo, no conocemos, de momento, la fecha exacta de su planeamiento ni el nombre del arquitecto que lo proyecta.

5. Se refiere al cementerio situado en la ermita de San Albín, hoy desaparecida, y situada en el número 6 de la calle *Pozo Blanco*. Primeramente debió ser utilizada como lugar de entierro de los condenados a muerte para posteriormente albergar, también, las sepulturas de quienes no tenían medios para pagarse una. En 1787 se prohíbe enterrar dentro de los templos, por lo que se decide agrandar el campo santo y enterrar en él, encontrándonos de esta forma ante el primer cementerio municipal de la localidad. La capilla queda dentro de las dependencias del cementerio, tal y como indica Don Lino Duarte.
6. Eran 457.50 metros para las sepulturas de cada año (que debían medir2.40x1.30m cuadrados). El cementerio se planea según la media de defunciones locales en previsión de veinte años, por lo que el arquitecto cree necesario 9.150. me, a lo que le suma el área de edificaciones, osario, departamento civil y calles o pozos de servicios el terreno total de 10.450m cuadrados, lo que da un total de 19.600m cuadrados.
7. El gasto total del primer tramo corresponde a 6995 pesetas, mientras que en el segundo el gasto asciende a 5950 pesetas El tercer tramo monta un total de 4579 pesetas. El cuarto y quinto tramo supone un total de 4697 y 5253 pesetas respectivamente. El sexto tramo supondrá un total de 5365pesetas a lo que el arquitecto añade un plus de 1500 pesetas en valor de Inspección facultativa de la obra, además de 2500 pesetas para comenzar la construcción. Todo ello suma el total citado anteriormente.

Lista de referencias

Archivo Municipal de Alburquerque: Obras Municipales. Cajas 5.1, 5.2 y 5.3. Proyectos 1980– 1980

Abujeta, Esther A. 2016. *Intervención en el patrimonio arquitectónico: La red de Hospederías*. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura. http://dehesa.unex.es/handle/10662/3900 [consulta 31/05/2017].

Bargón, Marina. 2015. Arquitecture and power: public buildings built in times of Primo de Rivera in the medieval village of Alburquerque, Spain. *Architettura e Cittá*. Florencia. 379– 387

Cruz, M, y Mª J. Hernández. 2007. *Ciudades y núcleos fortificados de la frontera Hispano-Lusa. El territorio de Extremadura y Alentejo. Historia y patrimonio*, Cáceres,

Duarte, L. 1929. Historia de Alburquerque. *Antonio Arqueros*. Badajoz.

González, Alberto, 1993. *Las poblaciones de la Baja Extremadura: arquitectura popular y urbanismo, características y evolución.* Badajoz.

González, José-Manuel. 2010. *Arquitectura contemporánea en Extremadura*. Badajoz, Editora Regional de Extremadura.

López, E. 1998. Alburquerque villa y ducado. *Cuadernos Populares*. Mérida. 20

López, E. 2003. Callejeando. *Excma. Diputación de Badajoz*. Badajoz. 69

Lozano-Bartolozzi, Mª del Mar. 1997. Urbanismo y Arquitectura de Extremadura en torno a 1898, una etapa de tránsito. *Revista de Estudios Extremeños*, LIV: 973–1015.

Lozano-Bartolozzi, Mª del Mar. 2013. Agua, higiene, espacio. Proyectos a caballo entre dos siglos del arquitecto Emilio Mª Rodríguez, en poblaciones de la cuenca del Tajo. *Boletín de Arte. Departamento de Hª del Arte. Universidad de Málaga*, 34:135–160.

Lozano-Bartolozzi, Mª del Mar et Alter. 1990. Arquitectura pública en Almendralejo. *Revista Norba-Arte*. Universidad de Extremadura.

Lozano-Bartolozzi, Mª del Mar y Cruz, María. 1995. *La arquitectura en Badajoz y Cáceres. Del eclecticismo fin de siglo al racionalismo*. Badajoz, Asamblea de Extremadura.

Madoz, Pascual. 1846-1850. *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar.* Madrid. T. I

Mélida, José Ramón. 1926. *Catálogo monumental de España: Provincia de Badajoz (1907–1910)*. Madrid. Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes

Vaca, Emiliana Habela. *Crónicas Extremeñas*.: https://es.slideshare.net/kunyhabela/1914-pacenses-y-cacereos-hace-cien-aosemiliana-habela-vaca [consulta 20/05/2017].

Técnicas de tierra en alquerías históricas de la huerta valenciana

José Luis Baró Zarzo
Carme Villar Bosch

La ciudad de Valencia y su Huerta circundante han formado históricamente un tándem inextricable. Pero si dicha trabazón ha hecho posible la génesis de este ecosistema cultural de más de mil años de existencia, desde la segunda mitad del siglo XX el paisaje de la huerta se ha visto devorado por la expansión colonizadora de la propia ciudad, hasta el punto de poner en peligro su supervivencia. A esta realidad desalentadora se une otra no menos halagüeña: la crisis endémica que viene arrastrando la producción agrícola valenciana en las últimas décadas por la fuerte competencia con otros mercados.

Para paliar esta situación, la administración autonómica ha emprendido un Plan de Acción Territorial con el que definir estrategias dirigidas a salvaguardar la Huerta como paisaje vivo y vinculado a la actividad agrícola. Una de sus líneas tácticas está orientada a la protección del patrimonio cultural y visual, incluyendo muchas de sus edificaciones históricas, entre las que se encuentran molinos, barracas y alquerías.

Paralelamente, desde la Universitat Politècnica de València, se viene desarrollando el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa «Con las manos», dirigido por la profesora Camilla Mileto, que pretende «profundizar en el conocimiento de la arquitectura de tierra, entendiendo su importancia como patrimonio local, y sus posibilidades en el diseño de una nueva arquitectura más sostenible».[1]Los alumnos de Restauración Arquitectónica han venido analizando diversos edificios tradicionales de la Huerta, contrastando sus características constructivas y planteando soluciones técnicas de conservación. La constatación inesperada de algunas soluciones constructivas poco comunes ha despertado el interés en ahondar en estudio específico las técnicas mixtas de tierra en el contexto tratado.

Pero para comprender mejor su razón de ser, hemos de partir de la aproximación al concepto de *alquería* y conocer someramente su evolución tipológica, al menos desde el período tardomedieval cristiano hasta mediados del siglo XX, momento en que se erigen las últimas alquerías en la huerta valenciana.

Concepto de «alquería»

Podemos señalar hasta tres significados diferentes y acumulativos del vocablo *alquería*, siempre vinculados a formas de poblamiento disperso del medio rural en tierras de regadío.

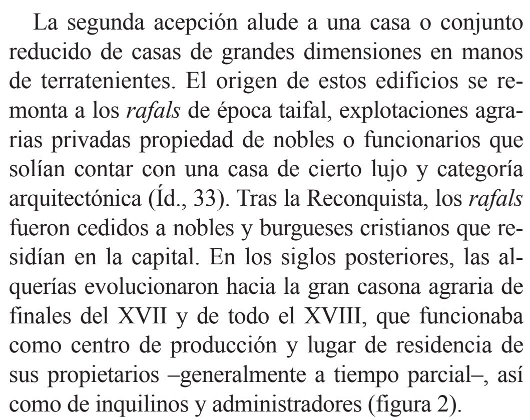
Etimológicamente, el término proviene del árabe hispánico *alqaríyya,* y este a su vez del árabe clásico *qaryah*,[2] para indicar una agrupación pre-urbana de casas, entre 10-15 y hasta 100, que constituían un núcleo de población colectiva con un cabeza de familia (Guinot 2002, 33). Con la conquista cristiana se destruyeron muchas de ellas; algunas como Aledua, Bofilla o Benicalaf se despoblaron posteriormente, y otras progresaron a ciudades vigentes como Alfarp o Benifaraig.



Figura1
Alquería valenciana (fragmento). Óleo de Joaquín Sorolla



Figura 2
Alquería de Falcó, ss. XV-XVII



La segunda acepción alude a una casa o conjunto reducido de casas de grandes dimensiones en manos de terratenientes. El origen de estos edificios se remonta a los *rafals* de época taifal, explotaciones agrarias privadas propiedad de nobles o funcionarios que solían contar con una casa de cierto lujo y categoría arquitectónica (Íd., 33). Tras la Reconquista, los *rafals* fueron cedidos a nobles y burgueses cristianos que residían en la capital. En los siglos posteriores, las alquerías evolucionaron hacia la gran casona agraria de finales del XVII y de todo el XVIII, que funcionaba como centro de producción y lugar de residencia de sus propietarios –generalmente a tiempo parcial–, así como de inquilinos y administradores (figura 2).

El último de los significados de alquería remite a las casas o grupo de casas de labradores de tamaño familiar que fueron proliferando en la huerta durante los siglos XIX y XX. Se trata de construcciones compactas que constituyen el hogar de pequeños propietarios autónomos que trabajan y explotan la tierra. El cambio de titularidad se vio favorecido por el escaso rendimiento que proporcionaban a los terratenientes los alquileres de las fincas, unido a las ventajosas condiciones de adquisición para los labradores que tenían derechos consolidados como arrendatarios históricos. La fragmentación de la propiedad y el sistema de explotación intensivo explican la proliferación de casas a pie de parcela.

Evolución tipológica

La casa tardomedieval

Poco se ha podido averiguar acerca del *rafal* islámico, pero no cabe duda de que contribuyó al mestizaje del modelo de casa tardomedieval cristiana. Tal como apunta Del Rey (2002, 145-146) con relación a la Alquería del Moro, el sistema de acceso indirecto desde la calle intercalando un patio para preservar la intimidad doméstica procede de la tradición islámica, mientras que la articulación de la casa en torno a un espacio central con escalera deriva del palacio gótico valenciano. Hablamos de una construcción señorial con un esquema basilical muy claro en planta, pero todavía inmaduro en volumen, el que forman tres naves perpendiculares a fachada, la central de mayor amplitud, más una cabecera o nave transversal que recoge la anchura de las otras tres (figura 3).

La casa compacta

En torno al XVI, las soluciones de piezas compactas con crujías paralelas a fachada comenzaron a desbancar a la casa tardomedieval. Este sistema se fue consolidando definitivamente a partir del siglo XVII, hasta estabilizarse desde el punto de vista formal con las

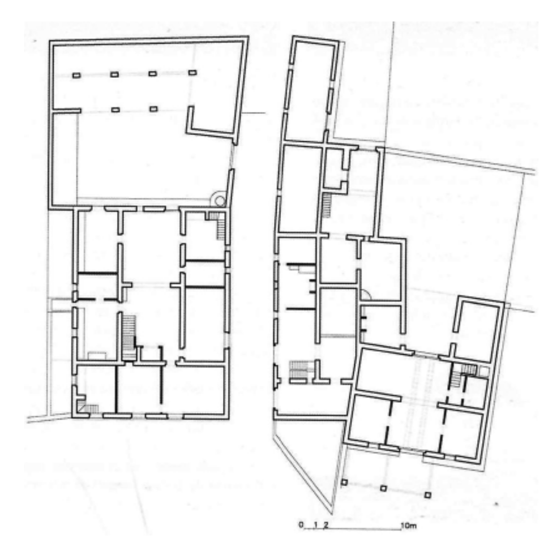


Figura 3
Planta general de la alquería del Moro, ss. XIII-XIV (Del Rey 2002, 147)

aportaciones de la Academia en la segunda mitad del XVIII (Del Rey 1990, 531). La buena aceptación favoreció su pervivencia hasta bien entrado el siglo XX.

En las alquerías de tipo señorial, el espacio reservado para los dueños se situaba en la planta superior, mientras que los *estatgers* o aperadores se alojaban normalmente a nivel de suelo. Con el tiempo, al pasar estas construcciones a manos de los arrendatarios, las plantas altas se transformaron en *cambras* o *andanas* para uso económico (Marco 2015). En los siglos XVII y XVIII, estas *cambras* contaban con doble o triple nivel de huecos y una altura desmesurada en contraste con la más ajustada vivienda de planta baja.

La casa de labrador

Los lugareños suelen distinguir las alquerías más antiguas, a las que califican impropiamente de *morunas*, de las más modernas casas de labrador en base a tres rasgos característicos: el tamaño, mucho mayor en extensión y altura que las modestas construcciones familiares contemporáneas; la orientación a mediodía (o SW), en lugar de a Levante (o SE);[3] y la portada en arco de medio punto o carpanel, a diferencia de los más modernos portones adintelados o con arco rebajado.

La alquería de labrador, no obstante, sigue siendo una casa compacta y sencilla, con dos plantas forjadas sobre doble crujía, apoyadas en los muros extremos y un pórtico central. La vivienda se mantiene en planta baja, mientras que la andana ve regularizar su altura.

Los espacios complementarios

Con el tiempo, a la casa principal se le adosaban otros volúmenes para uso práctico. Estos cobertizos o porches (*porxades*) solían presentar una o dos plantas con crujía única y cubierta a un agua. De construcción más modesta que la casa, se utilizaban como almacén de aperos, cuadra para animales de tiro o establo para el engorde de cerdos y vacas. Sobre la *porxada* se ubicaba la *pallisa*, que servía para guardar la paja con que alimentar a las bestias. En la parte posterior de la casa se formaba un patio trasero o *corral*, delimitado por tapias y cuerpos añadidos, en torno al cual se organizaba la cría de los animales.

Algunas alquerías disponían de pérgola emparrada delante de la casa, proporcionando un espacio de transición apacible en sombra. Otro elemento vinculado tradicionalmente con las alquerías es la torre. Pero si en origen suponía una unidad propia a la que se vinculaba la casa –véase la alquería de la Torre–, con el tiempo la torre devino en un elemento lúdico, añadido ahora a la casa como mirador romántico con vistas al mar (*miramar*) –alquería del Magistre (Del Rey 2002, 103-104)–.

La adecuación al medio

Uno de los principios de suyo inherentes al temperamento de la arquitectura rural es su capacidad de adecuación al medio físico y humano que le es propio. Desde el punto de vista físico, supone la adaptación a las condiciones climatológicas y geográficas locales (orientación, topografía…), así como la elección de materiales próximos y accesibles; desde el enfoque humano, implica la sujeción a los conocimientos y técnicas constructivas característicos del lugar y del momento, y la acomodación a las necesidades funcionales de los habitantes.

En las alquerías de la huerta valenciana encontramos medidas adaptativas de orden físico, tales como el encalado de las fachadas; la inclinación suave de las cubiertas; la disposición de la andana como colchón térmico … En cuanto a los materiales, tanto la tierra arcillosa, como la arena de río, la paja y –quizás menos– la piedra, se encuentran en abundancia en el entorno hortícola valenciano, lo que permite la integración en su entorno, tanto por el cromatismo como por la misma materia (García 2015, 71). En el caso de la madera, si bien la producción no es estrictamente autóctona, el suministro a la capital se ha visto favorecido por el transporte fluvial de maderadas procedentes del Rincón de Ademuz y Sur de Cuenca. Por otro lado, las técnicas constructivas empleadas son siempre sencillas y han estado ligadas a la tradición de la arquitectura local: tapia en sus variantes valencianas, fábrica de ladrillos, de adobes, mampostería…

Los muros

La tapia valenciana

Entre las alquerías estudiadas no se han localizado muros de tapia común ni de tapia real, pero sí una gran incidencia de tapia valenciana en algunas de sus múltiples versiones. Se trata de una técnica que deriva de la tapia calicostrada y se caracteriza por la incorporación de ladrillos al encofrado. La separación entre hiladas marca el espesor de las tongadas, teniendo en cuenta que el mortero fresco de cal se acuña sobre la base de la hilada de ladrillos y contra el encofrado. La presencia de ladrillos permite reforzar las caras de los muros y, dependiendo de la variedad de tapia, también la cohesión interna del muro entre las caras reforzadas y el relleno interior de tierra. Se trata de una técnica peculiar –aunque no exclusiva– del área levantina española, a caballo entre la tapia más genérica y la fábrica de ladrillo aparejado.

De las cuatro variedades de tapia valenciana propuestas por Valentina Cristini y Francesca Martella en su estudio cronotipológico (2015, 458), que van desde las muestras más antiguas de la primera mitad del siglo XIV hasta las más recientes del XVIII, en el área abordada se han detectado las modalidades II, III y IV (figura 4).Los tipos II (ss. XIV-XVI) y III (ss. XVI-XVII) se caracterizan por la disposición de los ladrillos a tizón con una separación similar en horizontal y en vertical, de 6-15 cm (II) ó 4-10 cm (III); una profundidad de la costra de cal entre 5 y 10 cm (II) ó 2 a 8 cm (III); y un espesor de muros compren-

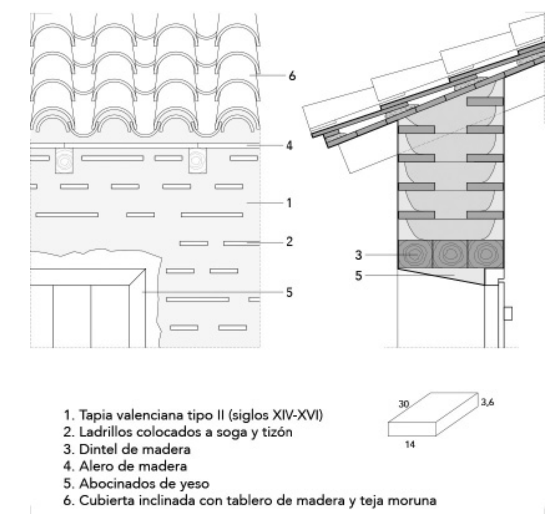


Figura 4
Detalle típico de una alquería con muros de tapia valenciana del siglo XVI

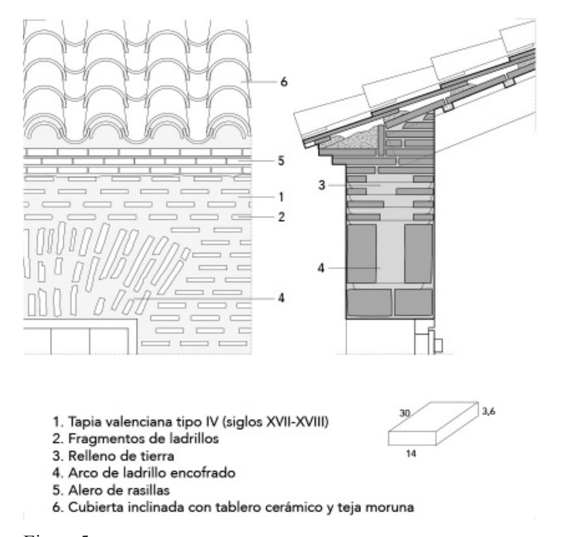


Figura5
Detalle típico de una alquería con muros de tapia valenciana del siglo XVIII

dido entre 35 y 60 centímetros (Cristini 2015, 459; Martella 2014, 70-106).

El último de los tipos, el IV (figura 5), difiere sustancialmente de los anteriores. La densificación del ladrillo y su colocación a soga y tizón le proporcionan una apariencia similar a la de la fábrica de ladrillo aparejado, hasta el punto de llegar a confundirse con ella. Las hiladas guardan una hechura regular, con tendeles y llagas de 2 a 4 cm (Cristini 2015, 459; Martella 2014, 107-109).

En ocasiones las tapias presentan un aparejo uniforme, soga-tizón, similar al aparejo flamenco. Otras, en cambio, la disposición es muy irregular, con ladrillos recuperados o de desecho, alternando con mampuestos de piedra sin criterio alguno de orden.

La fábrica de ladrillos

A partir del siglo XVI, la fábrica de ladrillos aparejados comenzó a convivir con la tapia valenciana. En el XVII se iniciaba el declive de la tapia, siendo sustituida por la fábrica en la segunda mitad de la centuria, de manera que en el XVIII ya no era usual que se utilizasen encofrados para alzar los muros. Con todo, es posible que en el mundo rural dicha transición se dilatase en el tiempo.

La fábrica de ladrillos que predomina en los siglos XVII y XVIII es la que Cristini (2015, 466) califica de *visible,* debido a que «no presenta las características de las enlucidas, pero tampoco se pueden considerar como aparejos cara a vista». Son fábricas que dejan entrever los ladrillos entre las juntas selladas, algo que tiene que ver con el proceso mismo de ejecución. Por entonces los ladrillos artesanales adolecían de imperfecciones y falta de homogeneidad; de ahí que se revocasen o sellasen las juntas (Íd. 2005, p. 469). La fábrica se elaboraba con tendeles muy gruesos (2-5 cm) y llagas casi inexistentes, utilizando un mortero de cal rico en áridos de grano medio. La junta se dejaba inicialmente sin acabar, formando un plano inclinado con pendiente hacia el exterior y, una vez fraguado el mortero, se completaba con una mezcla más fina hasta enrasar con los ladrillos. De esta manera se conseguía un acabado bruñido, que le proporcionaba a la fábrica una textura como listada (figura 6).

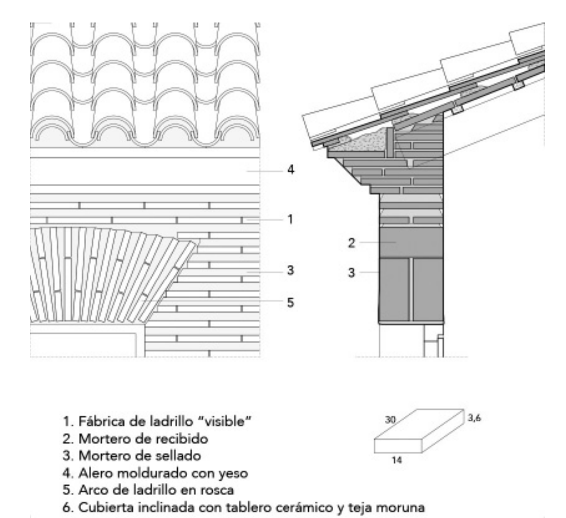


Figura 6
Detalle típico de una alquería con muros de ladrillo visible

La alquería de Tallarrós constituye un buen ejemplo donde compararlas texturas de la tapia valenciana y el ladrillo *visible* (figura 7). La casa comprendía en origen un volumen compacto de una crujía con vertiente única y, con posterioridad, se le endosó otro cuerpo simétrico por la parte trasera, dándole la apariencia de una construcción de doble crujía. El testero sur evidencia tal diacronía con paños de tapia valenciana del tipo II, datables en los siglos XIV o XV, y paños de fá-

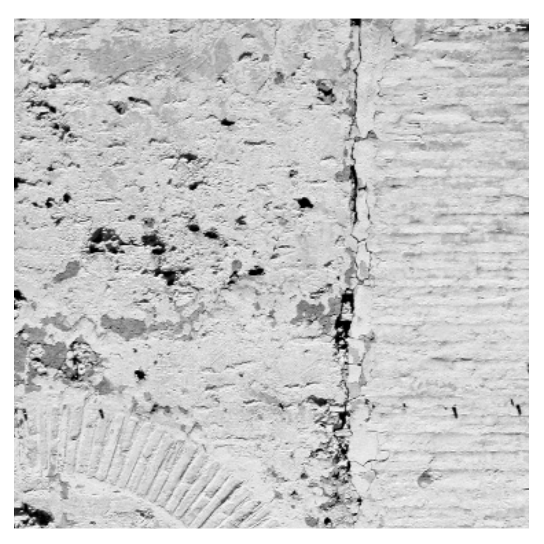


Figura7
Testero de la alquería de Tallarrós, cerca de Valencia (ss. XV-XVII).

brica de ladrillo *visible*, que podrían corresponder al año que figura en la fachada oriental: 1629.

Cuando la producción de ladrillos mejoró su calidad gracias a la aplicación de los modernos procesos de industrialización, se abrieron las puertas a su exhibición sin complejos como material visto. Alternativamente, el ladrillo se podía dejar oculto bajo un enlucido protector de cal, yeso o combinación de ambos. En cualquier caso se trata de fábricas muy regulares con juntas estrechas. Desde el último tercio del XIX encontramos esta técnica –vista u oculta– aplicada en casas de labrador de la huerta valenciana, consolidándose como la fábrica más extendida a partir de la segunda década del XX (Algarra 2002, 44).

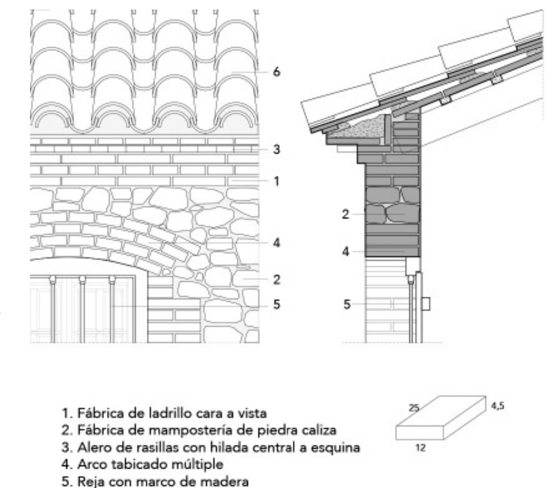


Figura 8
Detalle típico de una alquería con muros de adobes

La fábrica de adobes

Los adobes o*gassons* se elaboraban con tierra arcillosa, a la que se añadía agua para amasar y dar consistencia a la mezcla, y paja de trilla (*pallús*)[4] e incluso estiércol para armar y controlar la retracción inherente al proceso mismo de secado.[5]

El tamaño de las piezas venía dado por las medidas interiores del molde de madera donde se conformaban (adobera o gradilla). Aunque para una misma obra dicho tamaño no variaba, sí lo hacía de unas obras a otras, lo que da a entender que las medidas de los adobes no estaban estandarizadas. En la zona de la huerta valenciana, las dimensiones oscilan entre 40-42 cm de largo, 20 y 24 de ancho, y 7 a 10 de grueso, según Cazorla (2015). Aplicado a las barracas valencianas, Miguel del Rey (ARV) apunta a unos muros con piezas de 45x35x6 cm elaborados con una mezcla de arcilla y paja, sin arena.

Los aparejos más sencillos en muros de adobe eran los de soga (muros de 1 pie) y tizón (1½ pies). En la construcción de barracas, Víctor Gosálvez (1915) menciona también el aparejo a *punter i boser*, que alterna en la misma hilada pares de adobes a soga con un tizón, lo que implica la proporción *dupla* de las piezas. En cualquier caso, los bloques se recibían en obra con una pasta de características similares a la masa de los propios adobes, de manera que las propiedades de la fábrica en su conjunto resultaban bastante homogéneas. El espesor de las juntas oscilaba entre 1 y 3 centímetros (figura 8).

Históricamente, la construcción con adobes se ha venido empleando en la huerta valenciana para las edificaciones más modestas, como barracas y cobertizos (*porxades*). Los ejemplos analizados datan de la segunda mitad del XIX y primera del XX, pero está por completar el estudio cronotipológico en el ámbito valenciano. También se han localizado adobes en algunas casas de labrador, combinada con otros tipos de fábrica. Considerando el esfuerzo inversor del pequeño agricultor al adquirir una porción de terreno en propiedad, no sorprende la limitación de recursos dedicados a erigir la casa. Dicha circunstancia se manifiesta, por ejemplo, en el empleo de ladrillos reciclados y fábricas de adobe en una misma casa, o en la construcción selectiva con adobes en las fachadas más soleadas (alquería del Rispo, alquería de Severino…).

El ladrillo se insertaba en obras de adobes como material de refuerzo, en aquellos puntos de mayor concentración de tensiones: esquinas salientes, perímetro de huecos, formación de durmientes, aleros, etcétera. Para la conexión de las dos fábricas se realizaban adarajas, haciendo coincidir en cada dentellón un número entero –aunque diferente– de hiladas de ladrillos y adobes (figura 9).

Por lo general, los muros de adobes se aparejaban sobre un cimiento-zócalo de mampostería de piedra para alejar los bloques de tierra de la humedad ascendente por capilaridad. Con todo, es posible que



Figura 9
Refuerzo en esquina de fábrica de ladrillo en muro de adobe (Alquería del Pollastre)

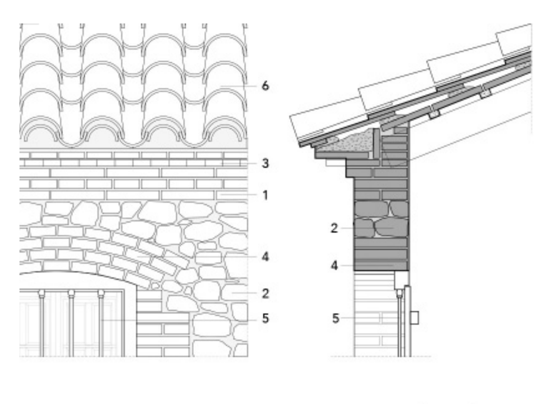


Figura 10
Detalle típico de una casa de labrador de finales del XIX



Figura11
Fábrica de bloques de tierra estabilizada con yeso en una de las ampliaciones de la Alquería del Pollastre

los mampuestos se recibieran a su vez con pasta de barro.[6]

Dada la avidez de agua y la resistencia modesta de estas fábricas comparada con la tapia valenciana, lo habitual es encontrarlas protegidas con un revoco de barro o un enlucido de cal, yeso o combinación de ambos.

Otras fábricas contemporáneas

En el último tercio del XIX se consolidó la fábrica de mampostería con verdugadas de ladrillo como técnica alternativa en la construcción de casas de labrador (figura 10). De amplio espectro entre las edificaciones industriales y religiosas coetáneas, combina fragmentos de fábrica de ladrillo en esquinas, aleros, jambas, vierteaguas, arcos, etc. con cumplidos lienzos de mampostería ordinaria.

Más reciente incluso –inicios del XX– es el empleo de bloques de tierra estabilizada. Se trata de piezas conformadas en moldes de dimensiones variables con un hormigón modesto a base de gravas y tierra al que se añade un conglomerante de cal o yeso (figura 11). Por el aspecto de los bloques y el tipo de aparejo esta fábrica recuerda la técnica tradicional de la toba (Algarra 2002, 44).

Puntos singulares

Arcos y dinteles

Para salvar la luz de los huecos predominan dos tipos de soluciones: los dinteles de madera y los arcos

adintelados de ladrillo en rosca. Curiosamente, en alquerías como Tronaes, las series de triples huecos de la andana combinan las dos fórmulas: dinteles en el nivel superior y arcos en el resto.

Los dinteles están formados por pequeños rollizos o prismas de madera desbastada apoyados en las jambas, en número de dos, tres o más piezas en función del espesor del muro, de la sección de las piezas y de la luz del hueco. Es habitual que queden protegidos de la intemperie por un enlucido, de ahí que se coloquen retranqueados ligeramente del plano de acabado de fachada. Para mejorar la adherencia con el revestimiento se aplican incisiones en su superficie o se trenzan cuerdas de esparto o tomiza a su alrededor (Mileto-Vegas 2011, 179).

En cuanto a los arcos, las más de las veces se aparejan con ayuda de cimbra, recibiendo los ladrillos con yeso o mortero de cal, sin encofrar. Se distinguen por su trazado preciso, perfilado de los ladrillos y reducido espesor de las juntas. Previamente se deben haber alzado las jambas hasta la cota inferior del extradós, dejando preparados los planos inclinados de apoyo, desde los que se emprende el arco. Aunque menos corriente, es posible encontrar arcos ejecutados en el interior de una tapiada. El resultado, muy desigual al no poder controlar con garantías el replanteo de las piezas, hace pensar en la intención más que probable de acabado con enlucido.

Huecos

No abundan las portadas de piedra en las alquerías valencianas con excepción hecha de las construcciones de tipo señorial (Falcó, Juliá, Apoderats, Fonda…). La mayoría son de ladrillo, y forman arcos de medio punto o carpanel, rebajados y portones adintelados. Solían contar con guardarruedas a ambos lados del umbral para que los quicios no fueran rozados por los ejes de los carros.[7]Los del seiscientos se presentan como grandes bloques de piedra redondeados y muy masivos. Posteriormente se fueron estilizando.

Con respecto a las ventanas, son típicos del XVIII los abocinados de yeso, que forman derrames en todo su perímetro para expulsar las aguas y proteger el marco de las carpinterías sin mermar la entrada de luz y aire. En general, lo derrames son planos, si bien el capialzado superior puede presentarse también volteado.

Siendo que desde el siglo XVI la vivienda tiende a situarse a ras de suelo, no es muy habitual encontrar balcones en la arquitectura diseminada de la huerta valenciana. Los hay en modelos de casas nobles (alquería de la Torre, Juliá, Falcó…), que se acompañan de barandillas de forja a las que pueden superponerse rejas sobresalientes que encierran todo el hueco.

Las alquerías con andana carecen de balcones. No obstante, suelen contar con algún hueco balconera para la entrada y salida de productos a la cambra. En estos casos la barandilla puede ser removible. Como complemento para el izado de las cosechas se disponía de una polea metálica suspendida en la vertical del portón principal, junto al cual se posicionaba el carro antes de proceder a la carga y descarga.

Durmientes y aleros

En los muros de tapia valenciana no es habitual encontrar durmientes bajo forjados en base a la buena consistencia del soporte. Sin embargo, los cargaderos juegan un papel fundamental para evitar cizallamientos y aplastamientos localizados en paredes de adobes o tapia común. Y así, los muros de las barracas se remataban con vigas soleras (*cadorsa*) de «18-16 cm que servían de apoyo a los tirantes inclinados y horizontales de la estructura de cubierta y al techo o plano superior accesible» (Del Rey, ARV). Estos durmientes de coronamiento vienen a desempeñar una labor añadida de atado o zunchado perimetral de toda la obra.

Las soluciones de aleros de rasillas, muy recurrentes en el ámbito de estudio, se caracterizan por su efectividad, sencillez constructiva y vuelo contenido (25 a 35 centímetros). Se elaboran con una, dos o tres hiladas de baldosas o ladrillos voladas sucesivamente, colocadas a tizón,[8] sobre las que avanzan ligeramente las bocatejas. En construcciones nobles como la alquería de Falcó o de la Torre, las rasillas proporcionan el soporte que permite la formación de aleros más refinados, moldurados con yeso. La línea de cumbrera en las casas compactas de una crujía no suele situarse a borde, sino separada ligeramente del plano posterior, generando un minúsculo faldón que cuenta con alero propio aunque más simplificado.

Alternativamente, los aleros se forman por prolongación del entramado de tejado, a base depares de

madera y tablero bajo tejas. Este recurso es más repetido en cuerpos anexos que en casas compactas, si bien se pueden encontrar en algunas alquerías antiguas, como la *Campaneta*, del siglo XVIII.

Revestimientos

El revestimiento sobre muros de tierra es asiduo por razones de durabilidad y de decoro.[9] En las caras exteriores de fachada consisten normalmente en enlucidos continuos con mortero de cal, yeso o mezcla de ellos, aplicados en dos o más capas con el árido cada vez más fino (Mileto-Vegas 2011, 199). Extendido sobre fábricas de mampostería, el enlucido podía dejar algunas piedras al descubierto, contorneadas con el propio mortero (Algarra 2002, 44), como ocurre en la alquería del Torrentí.

Un revestimiento singular que se tendía sobre los muros de las barracas y otras construcciones de adobes es la arcilla a mano *(argila a mà)*. Su aplicación daba lugar a curiosas texturas en las que se llega a apreciar las marcas de los dedos. Los materiales utilizados son idénticos a los que integran los adobes: *fang i pallús*.

Característico de la arquitectura de la huerta valenciana es el encalado blanco de las fachadas. Esta técnica aporta un aspecto decoroso a los muros, añadiendo mayor protección e higiene y mejorando las prestaciones higrotérmicas de la casa, al no impedir la transpirabilidad y reflejar todos los colores del espectro solar. La durabilidad limitada de los encalados obligaba a renovar su aplicación con cierta asiduidad (Mileto-Vegas 2011, 200).

En las alquerías más antiguas, debajo de las innumerables capas blancas, se descubren restos de encalado azul, obtenido por la adición a la cal de azulete o añil. Esta costumbre, tan extendida en la tradición mediterránea, podría derivar originariamente de una supuesta intención en ahuyentar de la casa a brujas y demonios.

Los encalados se aplicaban sobre los enlucidos, pero también directamente sobre las tapias y el ladrillo *visible*, dejando entrever sutilmente la textura subyacente. En la casa de labrador, no siempre se encalaban todos los cerramientos: la costumbre era la de aplicarlo en la fachada principal. A las paredes orientadas a Norte o Nordeste se les aplicaba una capa de alquitrán para protegerlas de la lluvia, mientras que el resto de las fachadas podía incluso quedar sin tratamiento alguno.

Como caso singular, en el volumen más oriental de la alquería del Moro se desvela bajo otras capas posteriores de acabado un motivo decorativo típico del Barroco, consistente en el simulado de sillares sobre el enlucido, pintados en dos tonos.

Conclusiones

La sencillez de las soluciones constructivas y la austeridad de las formas corroboran la condición modesta de las alquerías y su sentido eminentemente práctico. Los materiales y técnicas utilizados se ciñen en todo momento a las condiciones del entorno y se mantienen fieles a la tradición de la arquitectura local.

Ahora bien, quedan algunas incógnitas por resolver: ¿hasta qué punto la evolución tipológica se vio afectada por cambios en las técnicas constructivas? Pongamos un ejemplo: ¿existe alguna conexión entre la aparición de las esbeltas andanas de la seda (ss. XVII-XVIII) y la sustitución progresiva de la tapia valenciana por la más monolítica fábrica de ladrillos?

Notas

Esta investigación se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación del Ministerio de Economía y Competitividad «Restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible» (Ref: BIA2014-55924-R; investigadores principales Camilla Mileto y Fernando Vegas López-Manzanares).

1. De la memoria del proyecto.
2. Voz «alquería» (DRAE, ed. 23ª).
3. No obstante, pese a que la mayoría de las alquerías del XVIII y anteriores están orientadas a Sur, encontramos excepciones, como la alquería de les Tronaes en Malilla.
4. El *pallús*, traducido al castellano como «cascabillo», está formado por fragmentos de cascarilla y arista de los cereales, producto de la trilla (Diccionari català-valencià-balear, Institut d'Estudis Catalans).
5. También pueden incorporar algo de arena, en función de las características de la arcilla.

6. Tal como recoge Villanueva (1827, VIII), el recibido con barro de la mampostería era una alternativa a la construcción de muros en seco y o con mortero de cal.
7. Voz «guardarruedas» (DRAE, ed. 23ª).
8. En ocasiones, la hilada intermedia puede aparecer en esquinilla.
9. Esta circunstancia, no obstante, supone una dificultad añadida para el estudio de la composición de los muros, ya que sólo permite observarlos a partir de desconchados no reparados o de edificios en ruina.

Lista de referencias

Almela y Vives, F. 1932. *Alquerías de la huerta valenciana*. Valencia: La Semana gráfica.

Ayuntamiento de Valencia. 2015. *Revisión simplificada del Plan General de Valencia. Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos de naturaleza Rural*. <http://www.valencia.es/revisionpgou/catalogo/rural/>

Cavanilles, A. J. [1795] 1972. *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valéncia.* Madrid: Gráficas Soler.

Cazorla Marín, C. 2015. *Arquitectura de tierra: construcciones tradicionales en la huerta norte de Valencia.* TFM. Valencia: UPV. <http://hdl.handle.net/10251/58508>

Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 2010. *Plan de Acción Territorial de Protección de la Huerta de Valencia*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Cristini, V. 2015. Muros en el centro histórico de Valencia. En *Centro Histórico de Valencia. Ocho siglos de arquitectura residencial*, 441-485. Editado por C. Mileto y F. Vegas. Valencia: TC Cuadernos.

Cuallado Valls, S. 2016. *Las arquitecturas de la Huerta de Valencia. La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)*. TFM. Valencia: UPV. <http://hdl.handle.net/10251/78975>

Del Rey Aynat, M. 1990. La casa rural de origen moderno en el territorio valenciano. En *Arquitectura popular en España*, coordinado por Cea Gutiérrez A.; Fernández Montes, M.; Sánchez Gómez, L. A., 525-539. Madrid: CSIC.

Del Rey Aynat, M. 1998. *Arquitectura rural valenciana: tipos de casas dispersas y análisis de su arquitectura*. Valencia: Generalitat Valenciana. Véase también: <http://arquitecturaruralvalenciana.blogspot.com.es/> (ARV)

Del Rey Aynat, M. 2002. *Alqueries: Paisatge i arquitectura en l'horta*. Valencia: Consell Valencià de Cultura.

García Soriano, L. 2015. «La restauración de la arquitectura de tapia de 1980 a la actualidad a través de los fondos del Ministerio de Cultura y del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. Criterios, técnicas y resultados». Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

Gozálvez Gómez, V. 1915. *Estudio constructivo de la Barraca de la Vega Valenciana*. Valencia: Ícaro, 1998.

Guinot Rodríguez, E. 2002. L'alqueria valenciana en la història. En *Alqueries: Paisatge i arquitectura en l'horta*, 32-41. Editado por M. del Rey Aynat. Valencia: Consell Valencià de Cultura.

Maldonado Ramos, L.; Vela Cossío, F. 1999. *Curso de construcción con tierra (I). Técnicas y sistemas tradicionales*. Madrid: Instituto Juan de Herrera/ETSAM.

Marco Rubio, F. 2015. *Sistematización de los Conocimientos de la Sabiduría Campesina en la Comarca de L'Horta Nord de Valencia. Aplicación Práctica en el estudio del Contexto histórico, Cultural y Social*. TFM. Valencia: UV. <http://agroicultura.com/general/la-sabiduria-campesina-en-lhorta-nord-de-valencia/>

Martella, F. 2014. *La tapia valenciana: estudio y caracterización en ejemplos destacados de edificios históricos*. TFM. Valencia: UPV. <http://hdl.handle.net/10251/48373>

Mileto, C. y F. Vegas López-Manzanares. *Aprendiendo a restaurar: Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Mileto, C. y F. Vegas López-Manzanares. 2014. *La restauración de la tapia en la Península Ibérica.* Valencia: TC Cuadernos.

Pastor Villa, R. 2014. Un edificio patrimonial de la huerta valenciana, la barraca. En *XI CIATTI 2014. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra*. Cuenca de Campos, Valladolid.

Ruiz Rubio, J. 1999. *Construint una barraca valenciana*. Valencia: Gràfiques Bolea.

Sanchis Guarner, M. 1957. *Les Barraques Valencianes*. Barcelona: Barcino.

Villanueva, J. 1827. *Arte de la Albañilería*. Madrid: Martínez Dávila.

La armadura de cubierta de la nave central de la Iglesia del Convento de San Francisco en Medina de Rioseco (Valladolid)

Luis Alfonso Basterra
José Antonio Balmori
Milagros Casado

Esta comunicación presenta los trabajos de diagnóstico previo, el proyecto y las obras de reparación estructural de la armadura de cubierta de la iglesia del convento de San Francisco, en Medina de Rioseco (Valladolid), realizadas en 2016 por encargo de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León.

La iglesia presentaba daños estructurales de consideración debidos al paso del tiempo, biodeterioro de algunas piezas de madera y daños físicos provocados por una sobrecarga excesiva añadida en una intervención anterior.

En los estudios previos se realizó una toma de datos geométrica convencional, complementada con fotografías panorámicas inmersivas VR, y se realizaron ensayos no destructivos específicos de madera. Al análisis de datos siguió una metodología propia del Grupo de Investigación en Estructuras y Tecnología de la Madera de la Universidad de Valladolid, autor de esta comunicación (Basterra 2009).

El proyecto y las obras de intervención se realizaron teniendo en consideración criterios generales de intervención en el patrimonio construido, y específicos de las estructuras de madera, en función de las condiciones previas de la estructura en estudio y las impuestas por la entidad encargante.

Introducción

Descripción del monumento

El municipio de Medina de Rioseco, también conocido como 'ciudad de los Almirantes', está situado en la comarca de Tierra de Campos, al norte de la provincia de Valladolid, y cuenta actualmente con un censo aproximado de 5.000 habitantes. Se trata de un asentamiento muy antiguo, con orígenes en la edad del Hierro, quedando ubicado durante la Edad Media en la Merindad del Infantazgo de Valladolid, territorio fronterizo del Condado de Castilla, dentro del Reino de León.

La economía de Medina de Rioseco llegó a su máximo apogeo durante el siglo XVI, en el que se construyen los cuatro mayores templos riosecanos: la iglesia de Santa María de Mediavilla, en el centro de la ciudad; la de Santiago Apóstol, que aloja un espectacular retablo mayor; la de Santa Cruz, de claros influjos herrerarianos; y la de San Francisco, iglesia conventual edificada en tiempos del Almirante de Castilla Fadrique II Enríquez, como segundo monasterio franciscano de la villa.

La iglesia del hoy desaparecido convento de San Francisco está situada junto a la ribera del río Sequillo, marcando el límite tradicional del núcleo urbano de Medina de Rioseco en su zona sur. Esta posición perimetral, próxima a la vía de comunicación con Valladolid, ha provocado que, desde su fundación, el convento tuviese un carácter defensivo, siendo rodeado por muros con el fin de coaccionar el acceso a la población.

Su construcción debe encuadrarse dentro de un periodo de crecimiento de Medina de Rioseco que coincide con la época del máximo apogeo económico (y político) de la urbe, entre los siglos XV y XVI, cuando la figura de los Almirantes de Castilla favorece la germinación de toda una corriente artística. En esa época era frecuente la salida hacia América de

numerosos habitantes, que dejaban cuantiosos donativos y herencias a la ciudad y sus parroquias. Asimismo, el municipio se convierte en el centro de distribución mundial de la plata llegada desde las Indias, a través del puerto de Sevilla, y pasa a ser sede de una de las ferias más importantes del reino, tras la de Medina del Campo.

La fecha de fundación del convento de San Francisco data del 12 de agosto de 1491, momento en el cual sus patronos, don Fadrique Enríquez, IV Almirante de Castilla, y su mujer, doña Ana de Cabrera, reciben las cartas apostólicas que autorizan la fundación por bula del papa Inocencio VIII. Se atribuye la dirección de las obras al maestro de cantería Rodrigo de Astudillo, llevándose a cabo su edificación en un relativamente corto periodo de tiempo: en 1492 se colocaba la primera piedra y en 1493 ya se enterraba en la capilla mayor a doña Isabel de Cabrera, condesa de Melgar. El templo fue consagrado el 19 junio de 1520 y, a finales del siglo XVI, la parte residencial del convento ya debía encontrarse muy avanzada.

La iglesia posee una gran nave de cuatro tramos, cubiertos con bóvedas de crucería de claves heráldicas policromadas o florones y yeserías en los paños (excepto en el tramo más oriental), crucero y cabecera poligonal. A cada lado de la nave se distribuyen, entre los contrafuertes, tres capillas-hornacina, comunicadas mediante estrechos vanos, formulando hipotéticas naves laterales (figuras 1 y 2). Hacia el lado meridional del compás se situó la capilla de la Venerable Orden Tercera, alzada desde 1631 en el viejo salón grande del convento. En el compás, cerca del ángulo suroriental, aún se conserva, cegada, una puerta clasicista que debió corresponder con la mencionada capilla. A la derecha se alza una torre de

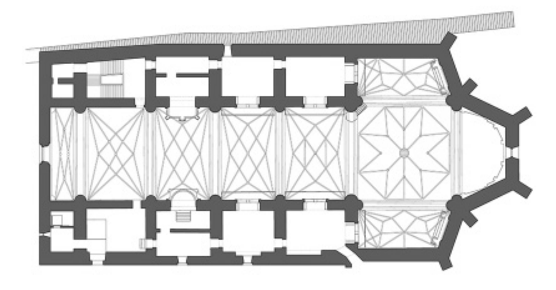


Figura 1
Planta general (elaboración propia a partir de R. Villamor).

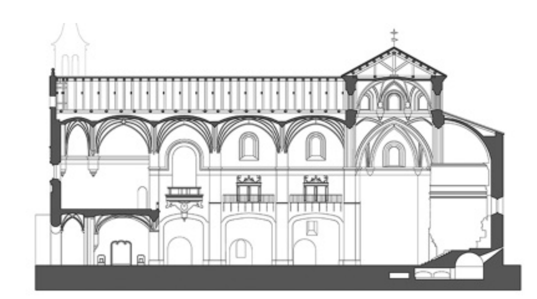


Figura 2
Sección longitudinal (elaboración propia a partir de R. Villamor).

planta cuadrangular que remata en chapitel, construida a mediados del siglo XVIII.

El acceso se efectúa desde una portada con arco rebajado, completamente liso, de fines del siglo XVI, que da paso a un atrio cubierto con una bóveda de crucería extraordinariamente estrecha que arranca de ménsulas angulares y presenta cuatro claves lisas. La puerta de acceso presenta también arco rebajado y en el dintel se aprecia un medallón flanqueado por roleos, con un «IHS» pintado en su interior. Bajo la capilla mayor se ha conservado la vieja cripta con acceso desde un vano rebajado practicado en el exterior de la cabecera.

Armadura de madera de la cubierta de la iglesia

La armadura de madera objeto de reparación cubre la nave central de la iglesia de San Francisco, con una superficie construida de unos 450m^2. Su estructura de cubierta responde a un modelo inicial en par e hilera, con sus tirantes atando los estribos cada cierta distancia (aprox. cada 2 pares), combinado con un refuerzo, aparentemente posterior al original, constituido por un nudillo horizontal, también en pares alternos (figura 3).

La estructura principal es, aparentemente, la original de la iglesia y está compuesta por pares (aprox. 200 × 260 mm), viga cumbrera (aprox. 200 × – mm), nudillos (con dimensiones de sección variable), estribos (aprox. 200 × 200 mm), durmientes (aprox. 200 × 200 mm) todos ellos de pino silvestre; y tirantes (con dimensiones de sección variable) de rollizos de chopo. Se han encontrado algunas reposiciones puntuales de estos últimos, realizados con madera de pino.



Figura 3
Estado previo de la estructura de cubierta de la nave central.

Las uniones de las distintas partes de la estructura responden a modelos de ensambles tradicionales, con una transmisión de los esfuerzos madera-madera y donde el eventual empleo de clavos se reduce a evitar el movimiento de la unión para garantizar su correcto funcionamiento durante toda su vida en servicio. Los nudillos, incorporados con posterioridad, se ensamblan mediante su rebaje lateral a media madera, generando una excentricidad indeseable que estaba claramente perjudicando a alguno de los pares principales. Estos se apoyan sobre los estribos con un ensamble de barbilla, que transmite los empujes laterales al estribo.

La cobertura exterior, que no es la original (sustituida durante la intervención de Gárate Rojas y Manzano Monis, en 1988), se basa actualmente en una tablazón de madera de pino machihembrada (espesor aprox. 20 mm) apoyada directamente sobre los pares en dirección perpendicular, y sirvió de encofrado perdido a una losa de hormigón ligeramente armada (espesor medio aprox. 80 mm). Sobre esta losa se aplicó 'in situ' una impermeabilización liquida, para posteriormente colocar la cubrición de teja cerámica, aprovechando parte de la teja anterior.

La armadura principal de madera de la cubierta presentaba daños estructurales de consideración, con grandes deformaciones y roturas localizadas en varios de los pares y desplazamientos de los estribos desde su posición teórica, por biodeterioro de las cabezas de los tirantes, comprometiendo seriamente la integridad y la seguridad estructural de la cubierta.

Estudios documentales previos

Tras una primera visita de inspección y toma de datos generales de la geometría y del estado de conservación y patológico de la estructura de cubierta, se procedió a recabar la información documental técnica de la que podía disponerse en los archivos de la administración autonómica y municipal (tabla 1). Se investigó especialmente acerca de proyectos anteriores de restauración, estudios e informes sobre el estado de la estructura realizados con anterioridad y cualquier otra documentación de interés. Como resultado de este trabajo investigador se localizaron, entre otras cosas, los siguientes documentos técnicos:

Resultaron especialmente significativos los planos, detalles constructivos y fotografías de la intervención realizada por Gárate Rojas y Manzano Monis en

Año	Arquitecto	Documento
1980	D. Andrés San José de la Fuente	Informe técnico sobre la iglesia de San Francisco
1986	D. Ignacio Gárate Rojas	Propuesta de actuación para un programa de restauración integral del conjunto conventual de San Francisco en Medina de Rioseco (Valladolid)
1988	D. Ignacio Gárate Rojas D. Manuel Manzano Monis	Proyecto de restauración del convento de San Francisco, en Medina de Rioseco (Valladolid)
1989	Servicio de Restauración de la Junta de Castilla y León	Informe de supervisión del proyecto anterior
1996	D. Ignacio Gárate Rojas	Proyecto de prospecciones previas en la iglesia de San Francisco, en Medina de Rioseco (Valladolid)
2014	D. Raúl Villamor Andino	Planos de la iglesia de San Francisco

Tabla 1
Documentos técnicos recabados en los estudios documentales previos.

1988, en la cual se sustituyó la cubrición original por una losa de hormigón, conservando la estructura de madera. Durante dicha intervención se realizó, además, un zuncho perimetral de hormigón armado, aunque inicialmente se localizaron evidencias de su ejecución únicamente sobre las capillas entre contrafuertes (figura 4).



Figura 4
Hormigonado del zuncho sobre las capillas laterales (obras de 1990).

Campaña de ensayos ND

Inspección previa y fotografías inmersivas VR

Completada las labores de documentación se realizó un levantamiento preciso de la estructura, complementado, además, con un reportaje fotográfico que incluyó fotografía inmersiva VR. Esta técnica, realizada con una cámara bifocal Nikon KeyMission, permite obtener panorámicas de 360^ del espacio fotografiado, sobre las cuales poder recorrer y revisar cualquier punto de la estructura sin necesidad de realizar una inspección adicional.

Calas zunchos

Las labores de inspección incluyeron una serie de calas orientadas a confirmar la existencia, o no, de zuncho perimetral de hormigón armado en la nave central, documentado fotográficamente solo en las naves laterales. El resultado positivo puede observarse en la siguiente figura 5:



Figura 5
Calas en zuncho perimetral.

Identificación de especie y calidad de la madera

En la inspección visual realizada se detectaron inicialmente dos clases diferentes de madera: la más generalizada es una conífera del tipo pinoide, y una segunda especie de madera es claramente diferente e identificable inicial y macroscópicamente como una frondosa (tabla 2). Para determinar con precisión la especie se tomaron muestras de madera de distintas piezas, trasladándose al laboratorio de maderas de la ETS II. AA. de Palencia para su identificación. Tras su tratamiento y observación microscópica, las muestras de conífera se identificaron, con una altísima probabilidad, con la especie Pinus sylvestris L. Los caracteres de la segunda especie de madera indicaron, en primer lugar, que las muestras se identificaron de forma segura y positiva con una madera de frondosa, de la familia Salicaceae. El resto de caracteres observados confirma la identificación de esta familia y matiza la posibilidad, a través de medidas biométricas, de que las muestras recibidas pertenezcan al género Populus, pudiendo ser Populus alba,

Pieza estructural	Género	Especie
Pares, nudillos y estribos	*Pinus*	*Pinus sylvestris* L.
Tirantes	*Populus*	*Populus alba, Populus nigra o Populus trémula*

Tabla 2
Definición de especies y su presencia en los distintos elementos constructivos.

Populus nigra o Populus trémula, especies todas ellas muy similares en sus elementos anatómicos y propiedades mecánicas.

Determinación de la humedad con xilohigrómetro

Se tomaron datos de la humedad de los elementos estructurales con un xilohigrómetro de resistencia Protimeter Surveymaster, que mide la conductividad eléctrica entre dos electrodos o púas de acero clavados en la madera. Ofrece una lectura directa media de la humedad superficial basándose en la relación lineal entre el contenido de humedad y el logaritmo de la resistencia óhmica.

El valor medio obtenido oscilaba entre el 10% y el 11%, aunque se detectaron algunas zonas concretas con una humedad de hasta el 20%.

Ensayos ultrasonidos

Se realizó una campaña de ensayos de propagación de ondas ultrasónicas con un equipo modelo FAKOPP Microsecond Timer©, capaz de registrar el tiempo (μs) que tarda una onda de una frecuencia de 23 KHz, generada con un golpe de martillo sobre el sensor de entrada, en recorrer la distancia que le separa del sensor de llegada. Dadas las condiciones de la estructura analizada, se realizaron las mediciones de modo indirecto, en dirección de la fibra, cruzadas de una cara a la opuesta, separando los sensores una distancia aproximada a 300 cm.

Una primera lectura de los resultados de la velocidad de propagación de la onda en los puntos muestreados reflejó valores relativamente altos para el tipo de madera estudiada. Por otro lado, su regularidad, para el tipo de ensayo y material del que se trata, permite confiar en la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Ensayos resistógrafo

Para la realización de la campaña de ensayos resistográficos se utilizó un equipo modelo RINN-TECH RESISTOGRAPH® 3450-S Professional. Este equipo permite taladrar la madera con una broca extremadamente fina (3 mm en el extremo del útil de corte) y registra, mediante un potenciómetro, la resistencia que presenta dicha pieza al avance de dicha aguja a velocidad constante de 30 cm/min, girando a 1500 r.p.m. Esta resistencia se puede relacionar con la densidad de la pieza, teniendo en cuenta que, a mayor densidad, mayor será la oposición que presenta la madera a ser atravesada por la aguja, o bien, para una misma especie, cuanto menor sea la resistencia al avance, mayor será el estado de degradación de la pieza.

La metodología seguida para analizar los resistogramas, realizar un diagnóstico del estado de conservación de los elementos estructurales y estimar su densidad, se ha fundamentado en el análisis gráfico y en un proceso de análisis numérico, desarrollado por el GIR (Acuña 2011), contrastando los valores obtenidos con los de un banco de datos de madera sana del que dispone nuestro laboratorio, abastecido por anteriores trabajos experimentales y en permanente actualización.

Descripción y análisis de daños

Daños bióticos

La estructura presenta, como se ha dicho, dos especies de madera diferentes: chopo (gen. *Populus*) para los tirantes y pino (*Pinus sylvestris* L.) para el resto de elementos de la estructura. Esta diferencia de materiales supondrá también una mayor o menor durabilidad natural frente al ataque de agentes bióticos, resistencia y deformaciones.

Los ataques de origen biótico más graves se localizaron en alguno los tirantes de chopo, más intensamente en sus cabezas, donde el aporte de humedad proveniente de los muros ha permitido la aparición de hongos e insectos xilófagos.

En cuanto a los insectos xilófagos, se ha estudiado con detalle el tamaño y forma de los orificios de salida, forma y aspecto de la galería, y se han tomado muestras de detritus para tratar de determinar, mediante visión microscópica, la especie concreta de coleóptero causante de los daños.

De acuerdo con los datos observados, mayoritariamente se trata de un ataque de insectos xilófagos del orden de los coleópteros familia Anobiidae o anóbidos, concretamente Anobium Punctatum De Geer. También se ha detectado ataques de hongos xilófagos

como pudriciones cúbica (o parda), de modo generalizado y puntualmente pudrición blanca en zonas con entrada de agua desde la cubierta.

Daños de origen abiótico

El biodeterioro, anteriormente mencionado, ha degradado los cogotes de los tirantes y su desconexión mecánica de los estribos, permitiendo el desplazamiento horizontal, hacia afuera, de estos elementos por acción del empuje entregado desde los pares. De este modo, paulatinamente se han ido desplazando hacia el exterior de la nave, viéndose acompañados en su movimiento por los pares (figura 6). Este efecto se ve favorecido en varios puntos de la nave por cortes en la continuidad del estribo, muy posiblemente realizados durante la restauración de 1988, con el fin de sustituir los tirantes de chopo en peor estado por otros nuevos de pino.



Figura 6
Desplazamiento horizontal del estribo.

Los pares presentaban en muchos casos una deformación excesiva, lo que evidencia el estrés al cual ha estado sometida la estructura. Además, muchos de ellos tienen un evidente alabeo, en algunos casos grave, debido a que los nudillos se han colocado en uno de los laterales del par, en lugar de en una posición centrada respecto a su eje axial, excentricidad que genera empujes laterales sobre el par hasta deformarlo gravemente. En casos puntuales, este alabeo acarrea el desencaje de la unión del par con otros elementos constructivos.

Como consecuencia de todo ello, existían varios pares con severas deformaciones e incluso roturas (al menos 8 piezas), alguno de ellos reforzados recientemente con una simple chapa de acero, atornillada en una de sus caras laterales (figura 7), con una eficacia evidentemente muy limitada.



Figura 7
Refuerzo sobre pares previo a la intervención.

El mencionado sobresfuerzo podría deberse, en una aproximación inicial, a la sobrecarga que la losa de hormigón impone a la estructura principal, y así parecían atestiguarlo personas conocedoras de la estructura, que mencionaban la aparición o agravamiento reciente de las grietas en las roturas. No obstante, se ha podido comprobar en el sitio que la losa de hormigón apoyada sobre los pares no ha acompañado a los mismos en sus desplazamientos por rotura, e incluso que la mayoría de las deformaciones que presentan los pares han sido compensa-



Figura 8
Detalle acuñado, previo al hormigonado.

das con la colocación de listones colocados entre el par y la tablazón (figura 8). Tales indicios hacen pensar que, si bien la losa de hormigón está generando unos problemas innegables por exceso de solicitación, es posible que la mayor parte de las deformaciones que pueden observarse actualmente en el maderamen sean previas o simultáneas a la ejecución de la propia losa.

Por último, otro problema estructural, en este caso puntual y localizado, es el apoyo de uno de los tirantes sobre el trasdós de una de las bóvedas (figura 9), lo que evidentemente genera una sobrecarga puntual sobre la misma, indeseable desde todo punto de vista.



Figura 9
Apoyo de tirante sobre trasdós de la bóveda.

La solución, de aplicación general, propuesta en este trabajo se basa en la transformación del modelo estructural actual, que transmite importantes empujes horizontales sobre el estribo, a duras penas contrarrestados por los tirantes con los daños diagnosticados, hacia una nueva situación estructural que elimine cualquier empuje horizontal en el apoyo del par. Para ello, se recurre a la incorporación de un tirante de acero, de 20 mm de diámetro, anclado a los pies de los pares junto con la incorporación de un nudillo doble o compuesto, en una ubicación homóloga a la de los actuales (figura 10). Esta última configuración aliviará de forma notable los esfuerzos de flexión sobre los pares, contrarrestándose mutuamente, y representa una solución tradicional de probada solvencia.

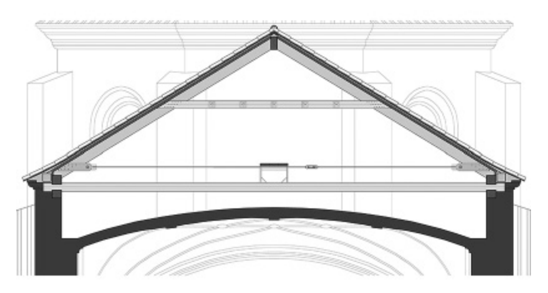


Figura 10
Propuesta de intervención: Esquema de la sección transversal.

Solución adoptada

Como criterio general de intervención se asumieron los «Principios que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera» (ICOMOS 1999).

Tras los estudios previos que se han mencionado, se procedió a un análisis estructural convencional, asignando las cargas determinadas por el CTE SE-AE para la situación actual, y con la geometría y características de los materiales deducidas de aquellos. Se encontró una deficiencia en la seguridad estructural y, por consiguiente, la necesidad de modificar el modelo, además de resolver los problemas puntuales que se han descrito en apartados anteriores.

Los mencionados nudillos se resuelven mediante una pieza compuesta, con dos tablones laterales de madera de pino silvestre de clase resistente C18, sección 55 × 200 mm y longitud aproximada 5500 mm, unidos transversalmente por separadores de madera que evitan el pandeo de los tablones (figura 11). Esta configuración se eligió por su evidente ligereza, la facilidad para acarrear el material al tajo, y su sencillez de montaje en el sitio. Fueron colocados a 1500 mm de altura y la unión entre los tablones del nudillo y los pares se realizó mediante la colocación de tirafondos de rosca parcial de 6 × 150 mm, sin pretaladro, en cada uno de sus caras laterales.

El tirante, por su parte, se resolvió con una barra lisa de acero, de diámetro 20 mm, partida en dos tramos; uno de aprox. 6 m y otro de aprox. 4 m,

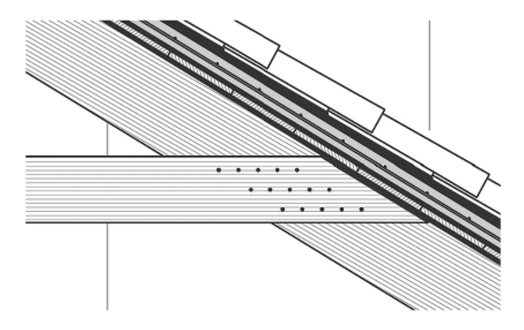


Figura 11
Detalle unión par-nudillo.

unidos ambos por un tensor roscado con el fin de poder poner en tensión a la barra (figura 12). La transmisión de esfuerzos desde los extremos de los pares al tirante se realiza por medio de 2 placas de acero, de espesor 6 mm, que se sitúan en las caras laterales del par, de modo simétrico; estas placas se anclan a la madera por medio de tornillos barraqueros. Con el fin de facilitar el montaje de las placas se han incorporado 2 tirafondos de montaje de diámetro 4 mm. El tirante se remata en sus extremos con sendas chapas de acero, de espesor 10 mm con un cajeado de 20 × 100 mm, donde se inserta la barra, y se realiza una soldadura perimetral en ambas caras de la chapa. La unión entre unas y otras chapas se realiza por medio de un bulón o pasador de acero, con cabeza roscada y fuste liso. Con el fin de asegurar la permanencia de la placa de anclaje del tirante en el centro del pasador, y evitar su desplazamiento lateral, se colocaron dos manguitos metálicos, a modo de separador.

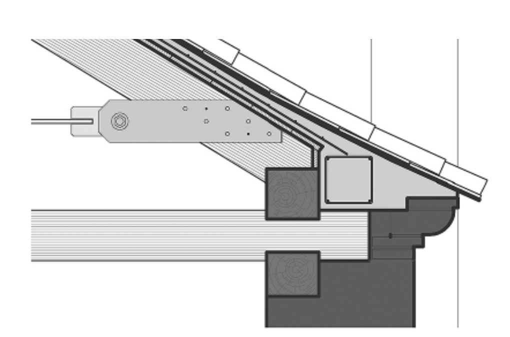


Figura 12
Detalle unión tirante-par.

Todas las piezas metálicas relacionadas en este apartado recibieron una protección contra incendios a base de un recubrimiento de pintura intumescente de espesor 0,6 mm (R–30). El resto del maderamen estructural también fue comprobado en situación de incendio, cumpliendo las exigencias determinadas por el CTE SE-SI, sin necesidad de protección específica.

Cosido roturas parciales en pares

Las roturas detectadas durante la inspección se separaron, según su gravedad, en dos tipos de intervenciones. Las roturas localizadas en la zona traccionada del par y con una longitud de grieta pequeña se consolidaron mediante el regruesado de la zona dañada, el refuerzo con barras de fibra de vidrio (GFRP), embebidas en resina epoxi, y la colocación de un injerto de madera de la misma especie y calidad ME–1 (figura 13). En las roturas de mayor entidad se procedió, previo apeó preventivo, a cajear lateralmente el par en ambas caras, se aplicó un refuerzo de chapa de acero de 6 mm de espesor en cada lateral, tapándolo finalmente con un injerto de madera final (figura 14). Todo ello encolado con resina epoxi de uso estructural, y específica para madera. Finalmente se aplicó una conexión mecánica de las chapas de acero al par mediante pernos autoperforantes para madera y acero, de diámetro 7,3 mm.



Figura 13
Detalle refuerzo con GFRP.

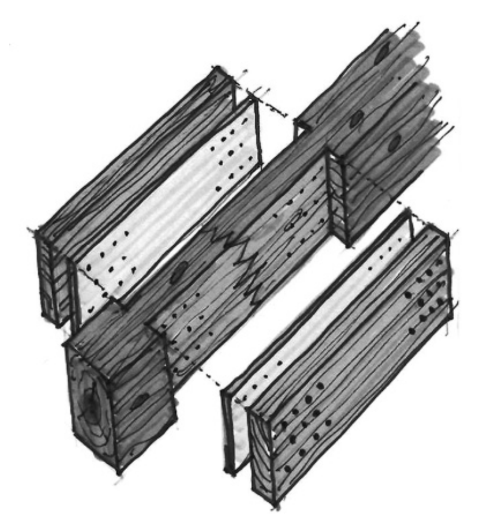


Figura 14
Detalle de refuerzo con placas de acero.

Cosido y reconstrucción de la cabeza de los tirantes

Los tirantes de madera de chopo tenían varias de sus cabezas visiblemente atacadas y en estado de avanzado biodeterioro, presentando dudas todas las demás. Por ello, se decidió la incorporación de los tirantes metálicos ya referidos, que asumirán con solvencia la función de atado.

No obstante, se decidió conservar el maderamen original, para servir de apoyo a la nueva pasarela de mantenimiento. Para ello se realizó una consolidación de las cabezas de los tirantes atacadas mediante el cosido con varillas de fibra de vidrio (GFRP) y resina epoxi; o mediante la colocación de un suplemento o ménsula en el apoyo, en los casos donde la perdida de sección era más importante.

Mantenimiento

Una de las condiciones indispensables para garantizar un correcto mantenimiento de la estructura de madera de la cubierta es permitir un acceso practicable, cómodo y seguro que permita la inspección periódica de la estructura por parte del personal de mantenimiento del edificio.

Como parte del proyecto de intervención estructural se proyectó la construcción de una pasarela de tablones, elevada sobre camillas apoyadas en los tirantes originales de madera, la cual permite transitar sobre los tirantes de acero del refuerzo (figura 15).



Figura 15
Fotografía de la pasarela sobre tirantes (hacia los pies).

Además, se implementó una instalación de iluminación de mantenimiento para el espacio bajo cubierta y una instalación de alarma sonora, accionada por los correspondientes detectores de humos, así como una serie de extintores portátiles accesibles desde la pasarela.

Tales elementos permiten garantizar las condiciones adecuadas para que pueda recorrerse y examinarse periódicamente y con seguridad el estado de la estructura, la estanquidad de la cubierta, etc. y detectarse cualquier daño en sus fases incipientes, de manera que sea fácil su reparación, sin llegar a degradación mayores, que requerirían otro tipo de intervención.

Conclusiones

La estructura de madera de la iglesia del antiguo convento de San Francisco, en Medina de Rioseco, presentaba daños de tipo mecánico, con deformaciones excesivas y rotura de algunas de sus piezas principales, así como biodeterioro generalizado, con profundidad de afección muy importante en puntos localizados. Este último daño causado por insectos anóbidos, y hongos de pudrición cúbica o parda.

Se realizaron estudios previos para documentar obras anteriores, geometría real, situación constructiva actual y caracterización de materiales.

El análisis estructural llevado a cabo en base a lo anterior, atestiguó que el modelo original de par e hilera, parcialmente transgredido con algunas incorporaciones no originales, resultaba inseguro para las cargas esperadas, tal como se definen en la normativa actual (CTE).

La propuesta de actuación consistió resumidamente en la incorporación de un tirante metálico, protegido contra en fuego con pintura intumescente, en la base de todos los pares, y un nudillo compuesto por dos tablones arriostrados puntualmente con tarugos de madera transversales, colocados en pares alternos. Ello permitió, con mínimas alteraciones y un coste asumible, dotar a la estructura de una capacidad de respuesta segura frente a las acciones de cálculo en situación de servicio y en situación accidental de incendio (R–30).

Complementariamente, se actuó en las piezas rotas, conservando el material original, y reforzándolo con dos técnicas distintas: refuerzo con varillaje de fibra de vidrio en el canto inferior, y refuerzo lateral con chapa de acero en cada cara. En ambos casos, los refuerzos se encolan inicialmente con resina epoxi de uso estructural, y se cubren con tablones de madera que reintegran el volumen original, y protegen el refuerzo en caso de incendio. Finalmente la unión de los materiales se refuerza mecánicamente con tirafondos adecuados.

Toda la estructura recibió un tratamiento preventivo superficial, y, en determinadas zonas más atacadas, de tipo curativo preventivo de profundidad media, aplicado mediante inyecciones de impregnación a alta presión.

Se implementaron facilidades para el mantenimiento preventivo, como una pasarela de recorrido seguro e iluminación ambiental, así como otras de seguridad, como una alarma activada por detectores de humo, y extintores portátiles.

Agradecimientos

Los autores[1] agradecen a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León, y, en particular a doña Milagros Burón y don Marco Antonio Garcés Desmaison, su confianza para la encomienda de este trabajo y por las facilidades para consultar el archivo documental de la Dirección General. A don Raúl Villamor Andino, arquitecto municipal de Medina de Rioseco, por la cesión de dibujos previos de la iglesia; a don Miguel García Marbán, actual director del Archivo de San Francisco, por las facilidades para el acceso al edificio y la toma de datos en el sitio; a don Manuel Cuadrado Señorans (ATR3s), por su colaboración en la dirección de ejecución de la obra; y a don David Ordoñez Castañón, por su colaboración en la fase de toma de datos previa y diagnóstico estructural.

Notas

1. Grupo de Investigación Reconocido en Estructuras y Tecnología de la Madera. Universidad de Valladolid (España).

Lista de Referencias

Acuña, L. et al. 2011. Aplicación del resistógrafo a la obtención de la densidad y la diferenciación de especies de madera. *Materiales de Construcción* Vol. 61 (303): 451–464.

Basterra, L.A. Acuña, L.; Casado, M.; Ramón-Cueto, G.; López, G. 2009. Diagnóstico y análisis de estructuras de madera mediante técnicas no destructivas: aplicación a la Plaza Mayor de Chinchón (Madrid). *Informes de la Construcción,* Vol 61, No 516, 21–36. doi: 10.3989/ic.09.016

García Chico, E. 1960. *Catálogo monumental de la provincia de Valladolid*. Diputación Provincial de Valladolid.

Heras, F. 1975. *Arquitectura religiosa del siglo XVI en la primitiva diócesis de Valladolid.* Diputación Provincial de Valladolid.

ICOMOS. 1999. Principos que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera. Adoptados por ICOMOS en la 12ª Asamblea General en México, en octubre de 1999.

Martí y Monsó, J. 1898–1901. *Estudios histórico-artísticos relativos principalmente a Valladolid*. 1992. Ed. facs. de la ed. de 1898–1901. Ed. Ayto. y Dip. de Valladolid.

Martín González, J.J. et al. 1970. *Inventario artístico de Valladolid y su provincia*. Ministerio de Educación y Ciencia, Valladolid.

Evolución del sistema constructivo de los hornos de calcinación de la minería de hierro en Bizkaia (1890–1970)

Maider Beldarrain-Calderón

En 1856, el ingeniero británico Henry Bessemer, descubre la manera de transformar en acero el arrabio obtenido de la reducción de mineral de hierro en el horno alto mediante un recipiente de acero giratorio de revestimiento ácido. Para realizar esta operación, se vertía dicho arrabio líquido en el convertidor Bessemer, que a causa de la oxidación producida por un soplado de aire a presión se transformaba en acero puro (De Churruca 1951, 36).

Este nuevo sistema, permitía fabricar acero en grandes cantidades y bajos costos, pero exigía el uso de minerales de baja ley fosfórica. Este requisito supuso un verdadero problema para la siderurgia europea, que se vio en la obligación de volcarse en la búsqueda de yacimientos de estas características, debido a que la mayoría de los minerales europeos eran fosforosos. El abanico de posibilidades era escaso, limitándose finalmente a Bizkaia y a algunos criaderos suecos y griegos (Escudero 1994, 28).

El mineral de hierro vizcaíno era abundante, de gran calidad y se encontraba mayoritariamente en masas compactas superficiales; haciéndolo fácil de extraer sin necesidad de mano de obra especializada. Otro factor importante a tener en cuenta era la cercanía de estos yacimientos al mar, lo que favorecía indudablemente el transporte del mineral al extranjero (Pérez 2003, 70). Complementando estas ventajas naturales, cabe mencionar, que entre los años 1863 y 1869 se aplicaron una serie de leyes liberales que impulsaron la exportación, la constitución de compañías y la privatización de las minas, abriendo definitivamente las puertas a la inversión extranjera (Escudero 1994, 28). Estas ventajas fueron las que hicieron que la siderurgia europea, preferentemente británica, se decantara por las montañas de hierro vizcaínas, iniciándose así una explotación masiva de las mismas.

Los hornos de calcinación como solución al agotamiento de los minerales más preciados

Los principales yacimientos ferruginosos del País Vasco se encuentran ubicados en el Anticlinal de Bilbao, que cuenta con 30km de longitud por 6km de ancho, en una zona comprendida entre Galdakao y Castro Urdiales. Existen dos grandes grupos de mineralizaciones: las primarias, constituidas por carbonatos de hierro entre los que se encuentra la siderita; y las secundarias, las cuales han sido formadas a partir de la oxidación de los carbonatos, donde destacan los óxidos como el hematites y los hidróxidos como la goethita (Gil-Crespo 2016, 19).

Desde tiempos antiguos, las menas de hierro han sido clasificadas en función de su calidad, siendo comúnmente conocidas con los nombres de vena, campanil, rubio y carbonato. La vena estaba constituida por hematites y contaba con una ley en hierro del 80–90%, lo que la convertía en el mineral más preciado; el campanil era también una variedad de hematites y poseía una ley metálica comprendida entre el 70–90%; el rubio sin embargo, estaba formado

principalmente por goethita y su ley férrea oscilaba entre el 72–83%; finalmente, el carbonato correspondía a la siderita y contaba con un escaso 45–52% de ley en hierro (Gil-Crespo 2016, 28–31).

La alta demanda del mineral de hierro existente en el Anticlinal de Bilbao provocó el agotamiento progresivo de los minerales más preciados. La explotación de la vena se venía practicando desde tiempos inmemoriales; en consecuencia, este ansiado mineral comenzó a escasear en los años 70 del siglo XIX, coincidiendo con los primeros años de la explotación masiva. Como digno sucesor, el campanil se convirtió en el mineral más codiciado para la obtención del acero Bessemer entre los años 1875 y 1885, momento en el que sus reservas comenzaron a ser insuficientes. La explotación del rubio se inició en los años 80, prolongándose hasta comienzos del siglo XX. Finalmente, a partir de 1890, sería el hasta el momento poco estimado carbonato de hierro, quien comenzaría a cobrar protagonismo (Hernández 2002, 20).

El carbonato de hierro se encontraba en la parte inferior de los criaderos y a pesar de ser muy abundante, su baja ley metálica no permitía su empleo en el horno alto. En consecuencia, las empresas mineras se vieron en la obligación de someterlo a un tratamiento previo, que consistía en transformarlo en óxido mediante su calentamiento en hornos de calcinación.

Producción de Mineral de Hierro

Años	España	Vizcaya	Guipúzcoa
	T O N	E L A D	A S
1870	436.586	250.357	15.900
1875	520.094	34.296	17.038
1880	3.565.338	2.683.628	9.336
1885	3.933.298	3.311.420	6.923
1890	6.065.000	4.795.876	?
1895	5.514.339	4.621.291	?
1900	8.675.749	5.361.796	32.621
1901	7.906.517	4.969.451	19.902
1902	7.904.555	5.059.405	61.195
1903	8.304.153	4.854.708	117.373
1904	7.964.748	4.554.951	91.885
1905	9.077.245	4.988.510	175.618
1906	9.448.533	4.867.400	178.009
1907	9.896.178	4.736.193	173.120
1908	9.271.592	4.816.000	?
1909	8.786.021	4.270.387	59.814
1910	8.666.795	3.564.900	116.928
1911	8.773.691	3.613.647	?

Tabla 1
Producción de Mineral de Hierro. (De Churruca 1951, 97)

Inicialmente, el horno se cargaba por la parte superior con capas alternas de leña y mineral, en las que se añadían paladas de carbón mineral en una proporción de 30kg por tonelada de carbonato. Una vez que el horno se encendía, la leña comenzaba a consumirse haciendo que la carga descendiera, lo que permitía añadir nuevas capas de mineral y carbón (Díaz 2003, 41–42). El carbonato se calcinaba durante 24h a una temperatura inferior a los 900ºC, lo cual evitaba la escorificación del mineral. En este proceso de combustión el carbonato se descomponía en anhídrido carbónico, que se eliminaba en forma de gas, y en óxido ferroso, que se oxidaba debido a la aportación de aire obteniendo como resultado óxido férrico (Goytia 2013, 85). A medida que el mineral calcinado se descargaba por la parte inferior del horno, se añadían nuevas capas de mineral por la parte superior, continuando con el proceso de calcinación. Gracias a este procedimiento, se conseguía aumentar la ley metálica de los carbonatos en un 10–20% y se eliminaban las impurezas, las sustancias volátiles y el agua que contenían.

La explotación a gran escala de los carbonatos de hierro convirtió a los hornos de calcinación en la piedra angular de la minería del siglo XX.

La construcción de los diferentes tipos de hornos de calcinación en Bizkaia

Los primeros ensayos de calcinación de carbonatos en las minas vizcaínas fueron realizados a partir 1881 de la mano de la Sociedad Franco Belga y de José Mac Lennan, que inicialmente los llevaron a cabo al aire libre para después evolucionar en el uso de pequeños hornos de calcinación. Sin embargo, fue en 1890 cuando se comenzaría a producir el calcinado a gran escala, lo que llevó a la Luchana Mining a construir el primer horno de calcinación (Villar 1994a, 26).

En 1892, Juan Tipping Garned cedió a la Luchana Mining la patente de la invención de «Un horno de calcinar de sistema perfeccionado»,[1] donde el propio autor describía las características del mismo. Se trataba de un horno cilíndrico con unas medidas de 14m de altura y 6.75m de diámetro interior, que estaba construido con ladrillos refractarios revestidos exteriormente con planchas metálicas. La base del cilindro interior estaba protegida por planchas de hierro

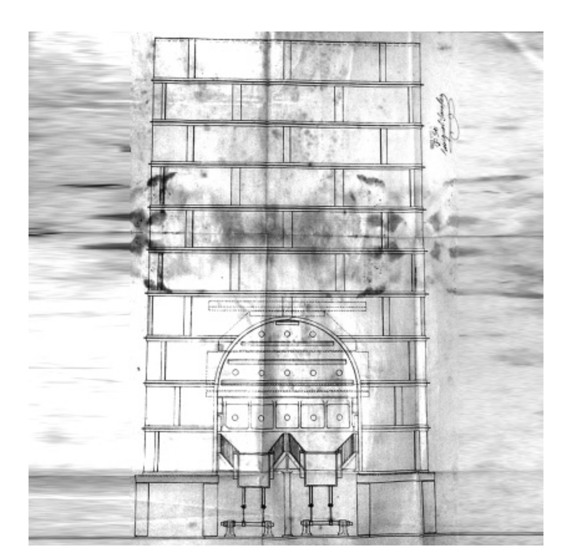


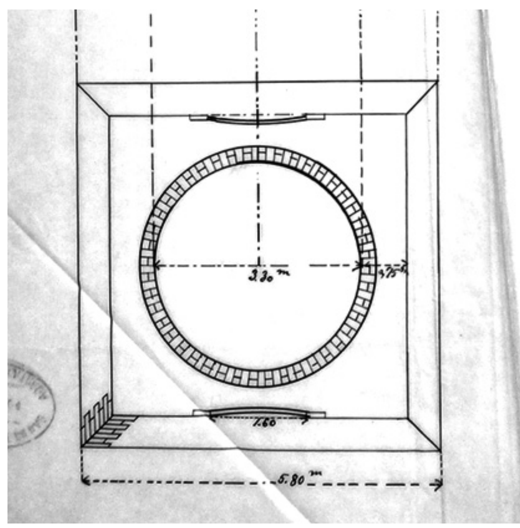
Figura 1
Plano en alzado del horno de calcinación inventado por Juan Tipping Garned en 1890. (AHFB AGRUMINSA 416/4)

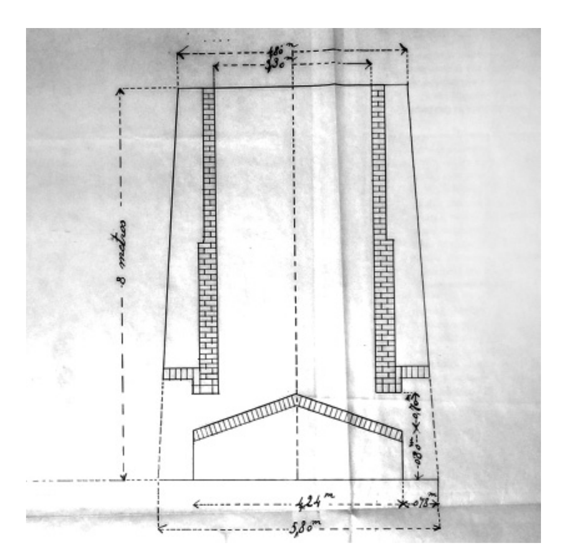
colado y tenía forma cónica, lo cual ayudaba a repartir el mineral calcinado hacía las tres salidas existentes.[2] Con la práctica se demostró que sus grandes dimensiones no eran eficaces; por lo tanto, a partir de ese momento, se comenzarían a construir hornos más reducidos que no disminuirían la capacidad de producción (Villar 1998, 33).

La construcción de los hornos de calcinación se convirtió en una práctica habitual en las minas vizcaínas, de modo que en 1899 existían 33 ejemplares con una producción media diaria por horno de 63t de mineral calcinado. Al inicio, la implantación de estas estructuras se concentró en las baterías de hornos de las grandes empresas mineras, que producían 60–70t diarias de calcinado por horno. Sin embargo, las empresas de menos capacidad empezaron a construir uno o dos hornos en sus propias minas con un rendimiento inferior que el de las grandes empresas pero sin bajar de las 30t diarias de calcinado por horno. En consecuencia, en 1910 existían 45 hornos con un rendimiento diario por horno de 57t, que en 1912 se convertirían en 64 hornos con 43t de mineral por horno al día (Escudero 1998, 230).

Hornos de calcinación de estructura cúbica

Los hornos de calcinación de este tipo corresponden a los más antiguos de la cuenca minera vizcaína y comparten una serie de características generales que se repiten en todas las piezas. Estas construcciones datan





Figuras 2 y 3
Planos en planta y sección de horno de calcinación de la Mina Bartolo. Bilbao. 1904. (AHFB BILBAO UNDECIMA BIS 6/1)

de finales del siglo XIX y se levantaban en mampostería de piedra sobre una base cuadrada, dejando en el interior una cavidad cilíndrica revestida mediante ladrillos refractarios (Villar 1994b, 113; Pérez 2003, 100). En la parte inferior de la construcción se abrían una o dos bocas de descarga que conectaban el cilindro interior con la parte exterior del horno. Por otro lado, estos hornos siempre se construían semienterrados en zonas de gran desnivel, lo que permitía cargar el crudo por la parte superior y descargar el calcinado por la inferior, aprovechando al máximo la fuerza de la gravedad. Actualmente existen en Bizkaia cinco ejemplares con estas características.

El horno de calcinación de la mina Demasía a Complemento se construyó a finales del siglo XIX (AAVV 2012, 1: 461) en Muskiz y pertenecía al coto minero Kobaron de la Compañía José Mac Lennan. Este horno de 4.50m de lado y 6.50m de altura, está construido con muros de mampostería de piedra de 1.30m de grosor, valiéndose de la sillería para rematar las esquinas y la boca de descarga del mismo. El cilindro interior tiene 2m de diámetro y está revestido con 25cm de sillería de piedra caliza, que a su vez estaba recubierta con una capa de ladrillo refractario (AAVV 2012, 1: 480). La única puerta de descarga está ejecutada con un arco rebajado y se encuentra ubicada en el alzado frontal. A pesar de encontrarse en estado de abandono total, el ejemplar conserva prácticamente su volumen original.

El horno de la mina Dolores está situado en el municipio de Sopuerta y cuenta con unas dimensiones levemente superiores a las del horno de la mina Demasía a Complemento, debido a que tiene 5m de lado y 7m de altura. También está ejecutado con mampostería de piedra y cuenta en su interior con una cuba cilíndrica de 3.50m de diámetro. Este horno, sin embargo, tiene dos bocas de descarga situadas en los laterales. El mal estado de esta construcción es más que evidente, ya que los alzados laterales se encuentran prácticamente derruidos.

El horno de calcinación del coto minero Montefuerte se encuentra en Bilbao y es idéntico al de la mina Dolores en lo que a materiales, dimensiones, número de bocas de descarga y estado de conservación se refiere, con la diferencia de que este ejemplar sí que conserva los 25cm de sillería interior. El revestimiento de ladrillos refractarios ha desaparecido por completo en los ejemplares descritos hasta el momento. La fecha de construcción de este horno y



Figura 4
Horno de calcinación del coto minero Montefuerte. Bilbao. (Beldarrain-Calderón 2016)

el de la mina Dolores no está determinada, aunque todo indica que ambos fueron construidos a finales del siglo XIX.

El horno de la mina Lejana se encuentra en Ortuella y fue construido por la Compañía Luchana Mining en 1904 (AAVV 2012, 1: 483). En este caso, su volumen va perdiendo sección a medida que gana en altura, obteniendo como resultado una estructura cúbica levemente escalonada de 7.50m de altura y 4.50m de diámetro interior. La base del horno está realizada con sillería de piedra caliza y cuenta con 6.50m de lado; mientras que los niveles superiores están construidos mediante mampostería rematada en los extremos con sillería. El espesor del muro en la base es de 1.40m y tiene una boca de descarga ubicada en el alzado frontal, cuyo arco rebajado está construido con ladrillo macizo. Pese a la invasión de la vegetación, la construcción se encuentra en buen estado de conservación.

El horno de calcinación de la mina Primitiva está situado en las faldas del monte Arraiz de Bilbao, y es idéntico al de la mina Lejana. Sin embargo, las terrazas son más pronunciadas, lo que supone un notable incremento en la dimensión de la base con 8m de lado y 1.80m de espesor. Este ejemplar tiene dos puertas de descarga en los alzados laterales. La completa inva-



Figura 5
Horno de calcinación de la mina Lejana. Ortuella. (Beldarrain-Calderón 2016)

sión de la vegetación en esta estructura no ha impedido que el horno conserve su forma original. Se desconoce la fecha de construcción del mismo, pero todo apunta a que fue construido a principios del siglo XX. Tanto este horno, como el de la mina Lejana han perdido el recubrimiento interior de ladrillo refractario.

Si comparamos directamente el horno de la mina Demasía a Complemento en Kobaron con el de la mina Primitiva en Arraiz, se puede observar una clara evolución constructiva en el tamaño y forma de los mismos. La cuba del horno de Arraiz duplica en tamaño a la de Kobaron, lo cual responde a un claro aumento en la producción del mineral calcinado. Por otro lado, la evolución de la estructura cúbica constante a la escalonada, tiene mucho que ver con el aprovechamiento del material de construcción. En definitiva, todo esto se traducía en una menor inversión en la construcción de los hornos de calcinación, obteniendo un mayor beneficio en la producción del mineral calcinado.

Hornos de calcinación de estructura troncocónica

Los hornos de calcinación de esta tipología comenzaron a construirse a principios del siglo XX y fueron los más comunes en las minas vizcaínas. Esta nueva generación de hornos sustituyó la planta cuadrada por la circular, edificando altas estructuras troncocónicas de ladrillo corriente en la zona exterior y de ladrillo refractario en la interior, las cuales se entrelazaban mediante ladrillos a tizón colocados a cierta distancia. El volumen exterior estaba reforzado con cellos o anillos metálicos perimetrales que impedían que la estructura se resquebrajase a causa de las altas temperaturas alcanzadas en la calcinación. En la parte inferior del horno existían cuatro puertas metálicas que servían para descargar el mineral calcinado y para avivar el fuego mediante la ventilación. La cuba interior del horno era cilíndrica o troncocónica y en su base contaba con un cono de hierro colado que distribuía el mineral calcinado hacía las cuatro bocas de salida (Villar 1994b, 114; Pérez 2003, 105).

Este tipo de hornos, también aprovechaba la fuerza de la gravedad para la carga y descarga de los mismos; pero en vez de construirse semienterrados, se situaban a varios metros de grandes muros de contención, lo que permitía utilizar las cuatro puertas de descarga. Para alimentar los hornos, se ejecutaron pasarelas suspendidas dotadas de raíles que llegaban hasta el tragante del horno. Los hornos de calcinación de este tipo fueron muy abundantes, llegando a nuestros días varios ejemplares.

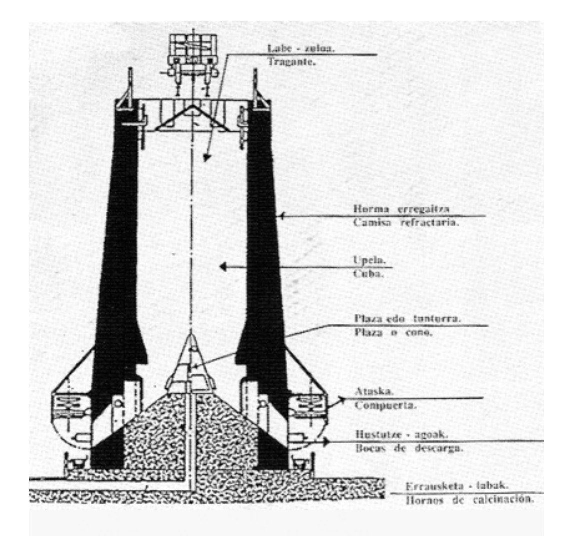


Figura 6
Plano en sección del horno de calcinación de la mina Segunda. Arrigorriaga. (Villar 1994b, 114)

Los dos hornos de calcinación de la mina Amalia-Vizcaína están situados en Muskiz y pertenecían al coto minero Kobaron de la Compañía José Mac Lennan. Estas construcciones cuentan con una base octogonal de sillería caliza en la que se sitúan las cuatro puertas metálicas de descarga con arco rebajado. Sobre la misma, se alza una estructura troncocónica de mampostería de piedra que alcanza los 14m de altura. El interior, también de forma troncocónica, tiene un diámetro de 6m en la base y de 4m en el tragante, y estaba revestido con una capa de 40cm de ladrillo refractario de la que actualmente no hay rastro.[3] A pesar de que la fábrica pétrea se encuentre en buen estado, los anillos refuerzo, los conos, las compuertas y las pasarelas han desaparecido (Zabala 2012, 1: 460). Estos ejemplares se construyeron a finales del siglo XIX (Ibáñez et al. 1988, 126) y estuvieron funcionando hasta 1963 (Villar 1994a, 110) calcinando 70t de carbonato por horno al día (Hernández 2008, 184). El hecho de contar con una estructura troncocónica construida de piedra caliza los convierte en los únicos ejemplares de este tipo existentes en Bizkaia.

Los hornos de la mina Primitiva están situados en las faldas del monte Arraiz y actualmente se encuentran integrados en la planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Zabalgarbi en Bilbao (Hernández 2008, 170). Las dos estructuras están construidas exteriormente con ladrillo visto y tienen cuatro bocas de descarga abocinadas realizadas con arcos rebajados. El volumen interior es cilíndrico y está construido con ladrillo refractario (AAVV 2012, 1: 474). Uno de los hornos de calcinación conserva su volumen original, e incluso mantiene las puertas y anillos metálicos. La otra construcción, sin embargo, carece de elementos metálicos y le falta parte de la estructura superior de fábrica. Es posible que al integrase en el perímetro de Zabalgarbi fueran sometidos a trabajos de restauración; además, actualmente cuentan con mantenimiento en lo que al cuidado de la vegetación se refiere.

Los dos hornos de la mina Segunda pertenecían al coto minero Ollargan y se encuentran en el parque de Montefuerte en Arrigorriaga. Ambos representan a la perfección a los hornos de estructura troncocónica, ya que están construidos en con fábrica de ladrillo y cuentan con cuatro bocas de descarga de arco rebajado. El volumen interior es cilíndrico, de 4.25m de diámetro, y carece del revestimiento de ladrillo refractario. Los dos ejemplares alcanzan una altura de 9m, aunque originalmente debían tener unos 12m. A pesar de que los elementos metálicos hayan desapa-



Figura 7
Horno de calcinación de la mina Primitiva. Bilbao. (Beldarrain-Calderón 2016)



Figura 8
Horno de calcinación de la mina Segunda. Arrigorriaga. (Beldarrain-Calderón 2016)

recido, se encuentran en buen estado de conservación, aunque la excesiva vegetación los esté deteriorando progresivamente.

Los hornos de la mina Mariela y Santa María pertenecían al coto minero Lorenza, que fue explotado por la Compañía Triano Ore Company Limited en Abanto y Ciérvana. Estos ejemplares son idénticos a los de la mina Segunda, aunque se encuentran en muy mal estado de conservación. El primero de los hornos cuenta con tan solo 4m de altura, donde pueden distinguirse las 4 bocas de descarga, y el segundo está totalmente derruido. Aunque se desconozca su año de construcción, todo apunta a que datan del primer tercio del siglo XX.

El horno de la mina José se encuentra en el municipio de Abanto-Zierbena y cuenta con las características típicas de un horno troncocónico de ladrillo. Se desconoce la fecha de su construcción, pero en 1953 se incrementó su altura hasta llegar a los 13m y en 1964 se sustituyeron los dos tercios superiores de la camisa de ladrillo refractario interior por una capa de mortero elaborado a partir de cemento y áridos obtenidos del ladrillo que permitía soportar mejor las altas temperaturas alcanzadas en la calcinación.[4] Finalmente, en 1989, la Diputación Foral de Bizkaia invirtió casi 4 millones de pesetas en la restauración del mismo (Casanovas 1997, 36), lo que ha posibilitado que el horno aún mantenga todos los elementos metálicos y las pasarelas suspendidas de carga de mineral.

Inicialmente, la ventilación de los hornos se realizaba de manera natural, aunque a principios del siglo XX se empezaron a añadir sistemas de ventilación forzada, como ocurrió en los hornos de la mina Amalia-Vizcaína y de la mina José. A partir del segundo tercio del siglo XX, se comenzaron a construir chimeneas troncocónicas sobre el tragante de los hornos, que junto con la ventilación forzada, servían para aumentar el tiro mejorando el rendimiento de los mismos. Estas chimeneas, contaban con una apertura que permitía seguir alimentando los hornos por la parte superior (Villar 1998, 35).

El horno de la mina Lorenza, situado en Abanto-Zierbena, es un horno de tipo troncocónico de tiro natural al que se le añadió ventilación forzada. Este hecho supuso un auténtico fracaso, ya que el tiro proporcionado artificialmente era excesivo impidiendo el correcto funcionamiento del horno. Por lo tanto, en 1953 se añadió en el tragante una chimenea troncocónica de ladrillo coronada con una tapa giratoria que permitía regular su cierre y apertura, lo que mejoró enormemente su rendimiento manteniéndose en funcionamiento hasta 1970.[5] Este horno se encuentra muy deteriorado ya que la vegetación ha colonizado completamente su estructura.

El horno de la mina San Luis se proyecta en 1935 con una serie de aportaciones que lo convertirían en un referente. La primera de ellas tiene que ver con la

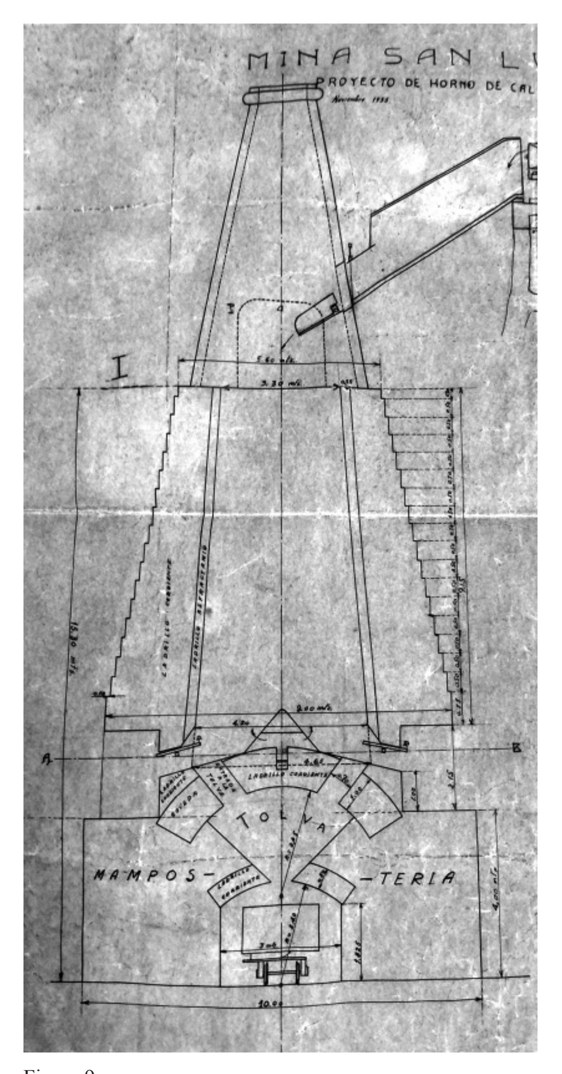


Figura 9
Plano en sección del horno de calcinación de la mina San Luis. Bilbao. 1935. (AHFB AGRUMINSA 1448–17)

descarga del mineral calcinado, ya que en este caso se dota al horno de una base cilíndrica de mampostería de piedra que cuenta en su interior con una única tolva de descarga situada bajo el cono de hierro. Esto daba la posibilidad de descargar el mineral de una manera más eficiente sin tener que utilizar las seis puertas existentes. El cuerpo de ladrillo tiene una pronunciada forma troncocónica, con un diámetro interior de 4.50m en la base y de 3.30m en el tragante; sobre el cual se construyó una chimenea de hormigón de 8m de altura.[6] Actualmente, este horno es el único que ha sido restaurado en su totalidad, debido a que se encuentra integrado en la plaza Saralegi del barrio Miribilla en Bilbao.

Los dos hornos de la mina Catalina en Sopuerta, pertenecían al coto minero Sarachaga y fueron construidos en 1956 y 1961, utilizándose hasta 1972 (AAVV 2012, 1: 484). Se edificaron siguiendo a rajatabla el esquema propuesto en el horno de la mina San Luis, tanto en las dimensiones como en los materiales; de hecho, la única diferencia aparente reside en que las chimeneas fueron construidas con ladrillo.[7] A causa del abandono, estas estructuras han comenzado a resquebrajarse, aunque conservan su volumen original, los elementos metálicos y las pasarelas de carga suspendidas.



Figura 10
Hornos de calcinación de la mina Catalina. Sopuerta. (Beldarrain-Calderón 2016)

El horno de la mina Bilbao de Ortuella fue construido en 1958 y debido a su escaso rendimiento en el periodo de prueba fue abandonado casi de manera inmediata (Villar 1994a, 114). Sus características se asemejan al del horno de la mina San Luis, ya que cuenta con una única tolva de descarga y una chimenea. Las diferencias residen en la forma casi cilíndrica de la cuba interior, en la altura de la chimenea, que es 2m más alta que la de San Luis y en que contaba con ventilación forzada.[8] Estas diferencias son las que pudieron llevar a este horno al fracaso. Este ejemplar se conserva en buen estado manteniendo casi en su totalidad los elementos con los que fue diseñado.

La evolución de los hornos de estructura troncocónica fue más que evidente. Inicialmente se sustituyó la mampostería de piedra por ladrillo, lo que facilitaba enormemente su construcción haciéndola más económica. En lo que a la forma se refiere, se fue evolucionando del volumen casi cilíndrico al troncocónico, lo que mejoraba el rendimiento de los hornos. Sin embargo, tanto la nueva forma como los materiales utilizados, hacían que esta tipología fuera menos resistente a las altas temperaturas a las que era sometida, lo que llevó a la incorporación de los anillos metálicos de refuerzo. A pesar de que el tamaño de los hornos no fue incrementado en exceso, la necesidad de un aumento en la producción fue solucionada con la construcción de los hornos en pareja. En conclusión, la evolución constructiva de estas estructuras estuvo siempre ligada un único objetivo que se resumía en menos inversión y más beneficios para las empresas mineras en cuestión.

Hornos de calcinación de estructura cilíndrica

En 1968 fue aprobado el proyecto para la construcción de un horno de calcinación que sustituiría en 1970 al de la mina Lorenza de Abanto-Zierbena. Este ejemplar de estructura cilíndrica está realizado con ladrillo refractario revestido exteriormente con chapa de acero. La parte inferior la compone una estructura hexagonal de hormigón de 9m de altura que tenía la función de silo y de tolva de descarga. La cuba del horno fue diseñada con ventilación forzada y tiene 14m de altura útil y un diámetro interior de 4m, lo que le daba una capacidad de producción de 80–100t de calcinado al día. En la parte superior existe una

apertura donde llegaba una cinta transportadora suspendida que abastecía el horno de manera automática desde un depósito en el que se seleccionaba el mineral en función de su tamaño.[9]

Este horno fue el último ejemplar en ser construido en Bizkaia y sólo funcionó durante unos meses en 1970 (AAVV 2012, 1: 469). El proceso de calcinación siempre había presentado graves problemas por el alto precio del carbón, la excesiva contaminación y la imposibilidad de calcinar el mineral de manera homogénea, por lo que en 1973 fue sustituido por la sinterización directa del carbonato (Pérez 2003, 110).

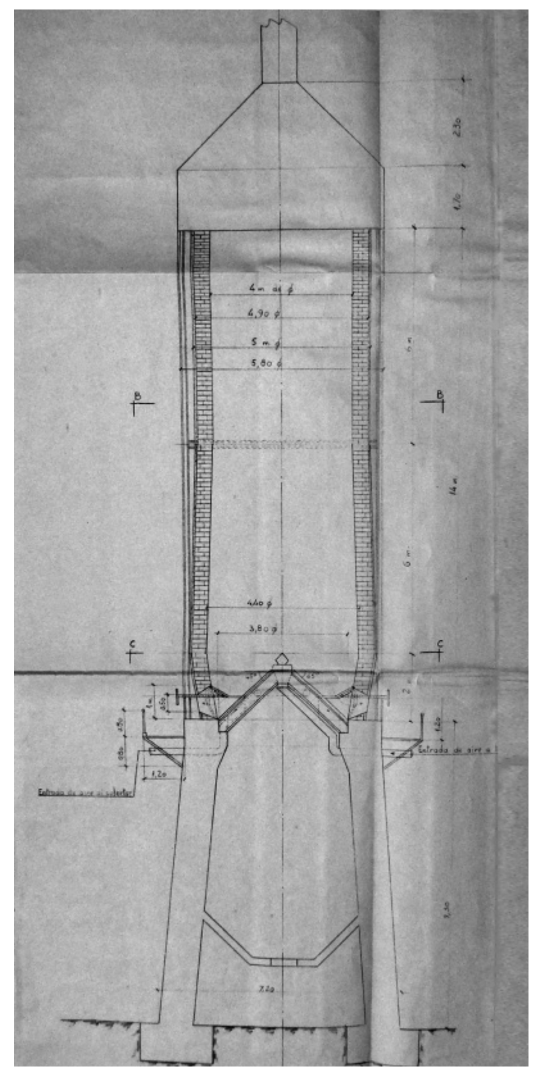


Figura 11
Plano en sección de horno de calcinación metálico de la mina Lorenza. Abanto-Zierbena. 1968. (AGGV IN-EMB-211-27 ELKAG-DE-C93-B4)



Figura 12
Horno de calcinación metálico de la mina Lorenza. Abanto-Zierbena. (Beldarrain-Calderón 2017)

El horno metálico de la mina Lorenza es considerado el más moderno de cuantos fueron construidos en Bizkaia, ya que gracias a la tecnología aplicada en su diseño consiguió aumentar la capacidad de producción y reducir la mano de obra. Sin embargo, si lo analizamos detenidamente, no dista mucho del que la Luchana Mining construyó a finales del siglo XIX, ya que los materiales, la altura y la forma utilizada son similares. El único cambio significativo se produjo en el diámetro interior de la cuba, que en la mina Lorenza se redujo en 2m. En conclusión, el diseño de este último horno de calcinación vuelve al modelo del que fue considerado el primer horno de calcinación a gran escala, demostrando que Juan Tipping Garned no estuvo tan lejos de inventar «Un horno de calcinar de sistema perfeccionado» como él mismo denominó en 1890.

Notas

1. Cesión de Patente otorgada por Juan Tipping Gardner a la compañía Luchana Mining. 1892. AHFB AGRUMINSA 419/13.
2. Solicitud de Patente a favor de Juan Tipping Garned por «Un horno de calcinar de sistema perfeccionado». 1890. AHFB AGRUMINSA 416/4.
3. Proyecto de reparación del horno de calcinación Nº2 del coto Covarón de la Compañía José Mac Lennan. 1957. AGGV INEMB-94-22 ELKAG-DE-C91-B6.
4. Ficha 2–1 Horno mina José. Atlas del paisaje y del patrimonio minero del País Vasco. Abanto y Ciérvana. Museo de la Minería del País Vasco.
5. Ficha 1–2 Horno mina Lorenza. Atlas del paisaje y del patrimonio minero del País Vasco. Abanto y Ciérvana. Museo de la Minería del País Vasco.
6. Mina San Luis. Proyecto de horno de calcinación. 1935. AHFB AGRUMINSA 1448–17.
7. Mina Catalina. Proyecto de horno de calcinación. Sopuerta. 1956. AGGV INEMB-84-12 ELKAG-DE-C91-B5.
8. Mina Bilbao. Proyecto de horno de calcinación. 1957. AGGV INEMB-101-19 ELKAG-DE-C91-B6.
9. Mina Lorenza. Proyecto de horno de calcinación. Abanto y Ciérvana. 1968. AGGV INEMB-211-27 ELKAG-DE-C93-B4.

Lista de Referencias

AAVV. 2012. *Patrimonio industrial en el País Vasco,* Vol. 6, Tomo 1. Vitoria: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Casanovas, T.; G. Cembellín, J.M.; Berganza, E. y Etxebarria, J.A. 1997. *Diez años de gestión del patrimonio histórico de Bizkaia.* Bilbao: Diputación Foral de Bizkaia.

De Churruca, A. 1951. *Minería, industria y comercio del País Vasco.* Vol. 6. San Sebastián: Biblioteca Vascongada de los Amigos del País.

Díaz, J.M. y Museo de la Minería del País Vasco. 2003. *Zona minera de las Encartaciones*. Bilbao: Haizelan Multimedia.

Escudero, A. 1994. *La minería vizcaína y la industrialización del Señorío (1876–1936).* En *La cuenca minera vizcaína: Trabajo, patrimonio y cultura popular,* editado por J. I. Homobono y Ferrocarriles de Vía Estrecha. Madrid: FEVE. Dirección de Comunicación.

Escudero, A. 1998. *Minería e industrialización de Vizcaya.* Barcelona: Crítica, Grijalbo y Universidad de Alicante.

Gil-Crespo, P.P. 2016. *Introducción a la geología y mineralogía de los yacimientos de hierro de Bilbao.* En *Historia del hierro en Bizkaia y su entorno,* editado por X. Orue, E. Apellaniz, P.P. Gil-Crespo, Universidad del País Vasco y Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Goytia, J.M. y Museo de la Minería del País Vasco. 2013. *El hierro en Vizcaya.* Bilbao: Beta III Milenio.

Hernández, A. 2002. *Cargaderos de mineral en la cuenca minera vizcaína: El cargadero de la Sociedad Franco-Belga.* Bilbao: Bilbao Ría 2000.

Hernández, A. 2008. *Los lavaderos de mineral de hierro en la cuenca minera vizcaína.* En *La industria del agua en la CAV: Ingeniería y patrimonio,* editado por J.E. Villar, B. Herreras y A. Hernández. Bilbao: SPRI, Sociedad para la Promoción y Reconversión Industrial.

Ibáñez, M.; Santana, A.; Zabala, M. y Yaniz, S. 1988. *Arqueología industrial en Bizkaia*. Bilbao: Gobierno Vasco, Universidad de Deusto.

Pérez, E. 2003. *Minería del hierro en los montes de Triano y Galdames.* Bilbao: Diputación Foral de Bizkaia, Instituto de Estudios Territoriales de Bizkaia.

Villar, J.E. 1994a. *Las catedrales de la industria: Patrimonio industrial en la Margen Izquierda y zona minera de la Ría Nervión.* Barakaldo: Librería San Antonio.

Villar, J.E. 1994b. *Patrimonio histórico-industrial de la cuenca minera vizcaína.* En *La cuenca minera vizcaína: Trabajo, patrimonio y cultura popular,* editado por J. I. Homobono y Ferrocarriles de Vía Estrecha. Madrid: FEVE. Dirección de Comunicación.

Villar, J.E. 1998. *Transporte, laboreo y vivienda en las minas de Bizkaia.* En *Imágenes de la minería.,* editado por I. Izquierdo y R.A. Besteiro. Sopuerta: Museo de las Encartaciones.

Nuevos datos para el análisis constructivo de las torres campanario románicas de Valladolid. La intervención en 1758 de tres monjes arquitectos en la iglesia del Salvador de Simancas

Rosa Bellido Pla

Diversos historiadores han destacado la escasez de monumentos románicos en la provincia de Valladolid, aún así, encontramos varias torres campanario románicas de gran interés.[1] En la iglesia parroquial de Simancas se levanta, en la primera mitad del siglo XVI, una nueva nave que mantiene embebida la torre del anterior templo, construido en el siglo XII. Se trata de una torre campanario, actualmente rematada con una cubierta a cuatro aguas, que hasta 1898 contaba con una cúpula de fábrica cuyos restos aún pueden intuirse desde el interior.

Esta comunicación parte de la interesante descripción contenida en un manuscrito inédito, propiedad de una familia de la localidad, en el que se explica, bajo el título *Año de 1758. Obras de la linterna y media naranja de la torre de Simancas,* la intervención de tres maestros llevada a cabo a mediados del siglo XVIII: el benedictino Fray Juan Ascondo, el dominico Fray Pablo Bugallo y el jerónimo Padre Pontones.

Se ha contrastado la información contenida en este documento con datos de diversas fuentes, como los Libros de Fábrica del Archivo Diocesano, documentación del Archivo General de Simancas y diversa bibliografía relacionada, obteniendo interesantes conclusiones sobre la evolución histórico constructiva y la peculiar cubrición de este tipo de torres.

Uno de los objetivos de la investigación ha sido trazar paralelismos con torres similares de iglesias de la ciudad de Valladolid: Santa María de la Antigua, San Martín y Santa María la Mayor. Se analizan las afirmaciones de algunos autores que consideran como remate más adecuado para estos elementos un chapitel piramidal cubierto de escamas como el de La Antigua, aunque en general se desconoce que este último cuenta con una doble cúpula alojada en su interior.

Las conclusiones del estudio confirman las dificultades que debía entrañar en la época la correcta ejecución de cúpulas de fábrica sobre este tipo de torres.

Contexto

La villa de Simancas

Castro vacceo, población romana, puesto fortificado andalusí, escenario de la decisiva batalla del año 939 y enclave destruido medio siglo después por Almanzor. Simancas es relegada por Alfonso X y protegida por Enrique IV, hasta llegar a ser una efímera sede episcopal, entre 953 y 974 (Sánchez Albornoz 1925), que pierde peso al pasar la frontera del Duero al Tajo y emerger Valladolid.

La iglesia del Santísimo Salvador

En la iglesia parroquial de Simancas se levanta, en la primera mitad del siglo XVI, una nueva nave que mantiene embebida a sus pies la torre del anterior templo, construido en el siglo XII. [2] Se trata de una

iglesia tardogótica columnaria de tipo salón, con tres naves cuyas bóvedas de crucería estrellada se cierran a una altura similar conformando un único espacio. Todo el volumen se cubre a dos aguas mediante una de las pocas estructuras de madera que se conservan en la zona tras los numerosos reemplazos por acero y hormigón de finales del siglo pasado.

La torre-pórtico es de planta cuadrada, construida con sillería de piedra caliza y está ubicada a los pies del templo con el hueco de acceso frontal actualmente cegado.

La torre se divide en varios cuerpos con los dos espacios inferiores cubiertos mediante bóvedas de cañón orientadas en la dirección longitudinal del templo. La parte superior alberga una escalera y un forjado modernos. Estilísticamente los cuerpos se separan en el paramento exterior mediante líneas de imposta ajedrezadas con tacos y otras intermedias que se prolongan a través de las ventanas geminadas.

El último cuerpo donde se colocan las campanas es de fábrica de ladrillo y se remata con una estructura de madera a cuatro aguas recubierta por canales de teja curva.

Los Libros de Fábrica

Se ha revisado la historia constructiva del edificio a partir de la bibliografía existente y consultando los Libros de fábrica que se conservan en el Archivo Diocesano ubicado en la Catedral de Valladolid. Los aspectos más importantes relativos a la torre son:

Se autoriza en 1558 que el maestro de obras del obispado de Palencia haga la traza de la torre que queda embebida en el imafronte de la nueva nave.

Un incendio deja sin tejado la torre entre otros desperfectos en el templo en 1578 y en el libro de fábrica se describe la adquisición de diversos materiales de construcción como cal, caños de cobre, ladrillos.

Se describe también el pago a Jerónimo Escudero (carpintero y albañil vecino de Simancas) de cuatro bolas de hierro, con sus puntas, para el remate de la torre y la adquisición de «sesenta hojas de lata», material destinado sin duda a revestir este último.

Incorporan para rematar la torre bola y veleta en 1633, adquiriendo yeso, sogas, madera de pino para los andamios, sogas gruesas, clavos y espuertas. Dos maestros de obra cobran en ese momento por las obras de la torre: Juan del Valle (cantero trasmerano que en 1622 es maestro de obras en Valladolid) y Martín Flores.

Entre la documentación de mediados del siglo XVIII contenida en el Libro 5 (1746–1772), junto al indicador de contenido en el margen «sobre reparos en la torre», se describe el temor de que se arruine el remate debido a las humedades de la fábrica de ladrillo que ha perdido su revoco de cal disponiendo que la reconozca un «Maestro inteligente» de un conven-

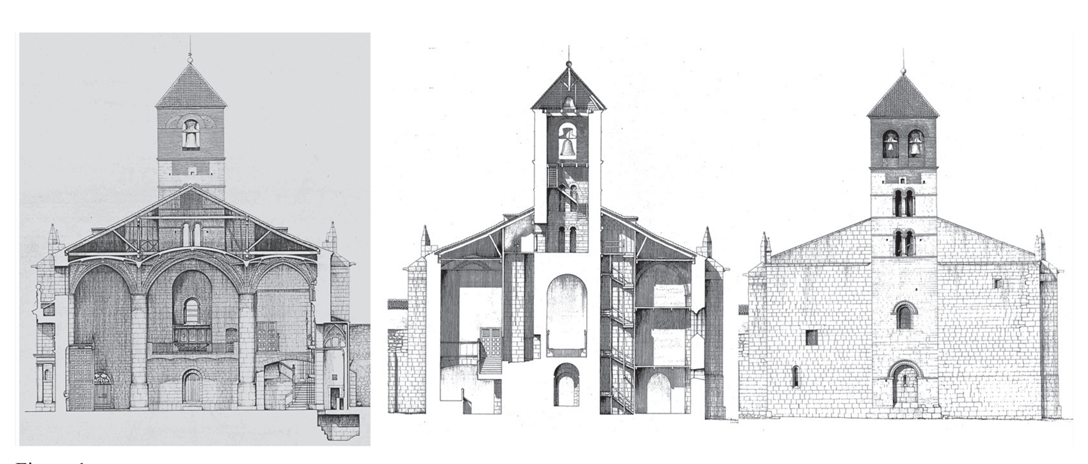


Figura 1
Alzado y secciones de la iglesia Salvador de Simancas, proyecto de Duralde (1983) Planoteca IPCE y Archivo de la Diputación de Valladolid.

to como Prado, San Benito o San Pablo y se demuela y reedifique, si fuera preciso, según sus trazas y condiciones. Se menciona incluso la conveniencia de impermeabilizar con betún.

En las anotaciones de 1757 se describen cuatro bolas de piedra para la torre con su zócalo de «dos pies de alto y media vara y dos dedos de grueso que cada bola compone dos varas de alto ajustados con Jph del rio» y la siguiente precisión: «... cuando se haga la obra que hay que hacer en ddha torre... del Padre Maestro de obras Fray Juan de Ascondo religioso en San Benito el real de dha ciudad».

Más adelante se menciona la obra de la escalera de la torre que se ejecutó en el verano del año anterior empleando clavos, una docena de vigas, 26 fanegas de cal y ladrillos recocidos. Se indica que «un obrero de Indias se encargó de limpiar la torre» y enumeran los días y jornales de cada actividad realizada por el Maestro Roman, los obreros que le asistieron y también las caballerías durante doce semanas, «según la Determinación de dho Padre Ponttones».

En las campanas de la torre de la iglesia de Simancas podemos apreciar hoy inscripciones en relieve relativas a su origen relacionadas con su historia constructiva: en una figura la fecha 1581 y en la otra 1789.



Figura 2
Alzado de la torre de la iglesia del Salvador de Simancas (Martí y Monsó 1898–1901) y fotografía actual.

Cúpula y linterna

La torre campanario, actualmente rematada con una cubierta a cuatro aguas, hasta 1898 contaba con una cúpula de fábrica cuya existencia es corroborada por diversos documentos.

Así en el ejemplar de Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España que se conserva en la Biblioteca Nacional hay una lámina que representa Simancas desde la margen contraria del Pisuerga en la que aparece representada la iglesia con una espadaña en el lateral del cuerpo de la nave (que encontramos también en las fotografías de principios del siglo XX como la del Catálogo inédito de Casaseca) y cúpula con linterna rematando la torre a los pies del templo.

Otra ilustración que muestra la torre del Salvador de Simancas con dicha cúpula es la contenida en los *Estudios histórico-artísticos* de Martí y Monsó (1898–1901). En nota al pie el autor indica que el dibujo se hizo el año 1897 y que después «con motivo de las obras de reparación efectuadas en la torre, se ha sustituido el remate que aparece en nuestros apuntes, por otro de forma piramidal más en consonancia con la primitiva construcción». Conocemos de esta forma con exactitud en qué momento se procedió a demoler linterna, cúpula y tambor.

Sobre el remate posterior de la torre de Simancas, en la Guía del investigador del Archivo se afirma que: «De la iglesia anterior, sólo queda una bella torre románica, casi envuelta en el cuerpo de la nueva edificación, que no deja al descubierto más que una de sus caras y la parte alta que, adicionada con un cuerpo de ladrillo, sirve de campanario, actualmente cubierto con un tejado piramidal, más de acuerdo con la construcción primitiva que el remate cupuliforme que tuvo hasta fines del siglo pasado». Esta apreciación coincide con la ya comentada de Martí y Monsó.

Estado actual

En la sección del proyecto de 1983 de Duralde se representaba una campana dentro del espacio bajo cubierta y apoyada sobre unos travesaños de madera.

Este elemento en realidad pende de una jácena que apoya sobre los restos de un anillo o casquete de fábrica de ladrillo que arranca sobre cuadrales y durmientes de madera dispuestos a modo de pechinas. Enrasado con el remate superior de este casquete, truncado con un diámetro de 3,2m, encontramos un relleno enrasado hasta el perímetro cuadrado sobre el que arranca la estructura de madera de la cubierta a cuatro aguas. Hay además cuadro peculiares muretes triangulares de panderete rigidizando los vértices que tampoco aparecen representados en los planos del proyecto.







Figura 3
Fotografías de restos del arranque del tambor de ladrillo en el interior de la torre de la iglesia parroquial de Simancas en la actualidad.

El manuscrito: los monjes arquitectos

Esta comunicación parte de la interesante descripción contenida en un manuscrito inédito, propiedad de una familia de la localidad, en el que se explica, bajo el título *Año de 1758. Obras de la linterna y media naranja de la torre de Simancas,* la intervención de tres maestros llevada a cabo a mediados del siglo XVIII: el benedictino Fray Juan Ascondo, el dominico Fray Pablo Bugallo y el jerónimo Padre Pontones.

En el escrito se describen esencialmente los hechos siguientes: Reconocimiento de Fray Ascondo en septiembre de 1757, que propone revocar cúpula y linterna de la torre con cal y ladrillos. Empiezan las obras y detectan que la torre se mueve. Como Fray Ascondo está fuera de Valladolid recurren a Fray Bugallo, que dictamina ruina y presupuesta su desmonte y reconstrucción. El Cabildo no se conforma y pide ayuda al Obispo Cossío, recurriendo entonces al Padre Pontones, que vive cerca. Éste considera tolerable el desplome y las grietas, y recomienda hacer lo indicado por Ascondo. [3]

Según se ha explicado en el apartado anterior, los Libros de fábrica refrendan estos hechos, ya que describen cómo el Maestro de obras José del Río ejecuta en 1575 lo indicado por Fray Ascondo y posteriormente se refieren a lo dictaminado por Pontones para abonar la ejecución de la escalera de la torre.

El benedictino fray Juan Ascondo (1705–1781)

Arquitecto vizcaíno, nacido en 1705, toma el hábito en el monasterio de San Benito de Valladolid en 1731 y muere en 1781, a los 76 años. Dirige, entre otras, obras en las iglesias de Hornija, Villardefrades (inconclusa), el priorato de Santa María del Duero y partes de los monasterios de Frómista y San Pedro de Dueñas. En 1766 encontramos su diseño de chapitel para el edificio del Ayuntamiento de Valladolid levantado tras el incendio de 1561 y demolido en el si-

glo XIX, pero las actuaciones que más fama le proporcionan son las realizadas en los claustros de su monasterio.

En el examen de Ascondo como maestro de obras en Valladolid, fechado el 15 de julio de 1750 le hallan «muy habil y suficiente para ser tal maestro arquitecto por cuanto así en lo teórico como práctico ha dado con primor y habilidad a todo como en trazar una fábrica y tasar un edificio dando su valor muy arreglado de materiales y manufactura, por todo lo cual como llevan referido le hallan muy hábil y suficiente para ser tal maestro arquitecto y siendo del agrado del señor Alcalde mayor podía servirse mandar se le despache formal título para que ejerza en esta ciudad y demás donde se hace necesario el dicho arte de arquitecto como tal maestro, teniendo oficiales y aprendices y que goce de todas las regalías que los demás maestros» (Egido 1983).

El dominico fray Pablo Bugallo

Aunque las actividades del dominico están menos documentadas, sí lo encontramos mencionado con otros religiosos, acusado de competencia desleal, en una protesta presentada por maestros de obras de Valladolid ante el Real Acuerdo en 1770 y sabemos que «maestro de obras del convento de San Pablo, dirigía en ese año la reparación del convento de Franciscanas Descalzas de Valladolid» (Expósito 1818).

El jerónimo padre Pontones (1710–1774)

Fray Antonio de San José Pontones fue un destacado arquitecto, ingeniero y tratadista cuya figura ha sido recientemente tratada en la Tesis doctoral de Pablo Cano Sanz (2003). En ella se afirma que su formación profesional estaba completada antes de ingresar en la Orden, dentro de la cual se comportaba de forma independiente empleando el título «maestro arquitecto» en contraste con sus contemporáneos a los que se hace referencia habitualmente como «maestros de obras».

El Padre Pontones residía efectivamente en el Monasterio de Santa Clara de Tordesillas en 1758 y colaboraba con obras «en poblaciones que están muy cerca de su Monasterio y a las cuales puede desplazarse con rapidez», como Alcazarén, Hornillos y Pozáldez (Cano 2003). Esta afirmación concuerda con los datos suministrados en el manuscrito y resulta lógico que interviniese en la torre de Simancas, villa situada a sólo 20km de Tordesillas. En esa época redacta precisamente varios informes técnicos sobre torres, como las de las catedrales de Valladolid y Salamanca, en la que propuso reiteradamente desmantelar el remate.

Relación entre los monjes arquitectos mencionados en el manuscrito

En un informe transcrito en la citada Tesis el Presidente de la Real Chancillería de Valladolid de marzo de 1757, sobre proyectos del padre Pontones afirma que «el Maestro que en esta ciudad está reputado por de maior inteligencia y satisfaccion fr Juan de Ascondo, religioso benedictino, acreditado en su artte, y por las obras que ha hecho, y esta haciendo; me ha asegurado que el Pe fr Joseph Ponttones, es el sugetto de maior inteligencia que conoce en esta Castilla, especialmente para el punto de obras de cantteria como son todas las de que se trata» (Cano 2003: 930).

Tras haber calificado así el benedictino fray Juan Ascondo a Pontones en 1757 como el mejor especialista en obras de cantería en Castilla, en 1766 este último es elegido para «trazar la nueva cubierta de la nave central del monasterio de los benedictinos de Sahagún (León) y su correspondiente cúpula. El proyecto de Pontones se impuso sobre los de fray Juan Ascondo y Nicolás Rodríguez, maestro de obras de la Universidad de Salamanca. Llama mucho la atención que los benedictinos de Sahagún confiasen más en la opinión del padre Pontones que en la de Ascondo, un prestigioso arquitecto de su propia Orden» Cano (2003).

La fecha: año de 1758

Aunque seis años antes se ha creado la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1752) se tardará más de cien años en centralizar el control de la actividad profesional de los «arquitectos» manteniéndose mientras tanto las atribuciones de los maestros de obras. Se trata del último año del pacífico reinado de Fernando VI, al que sucede Carlos III

en 1759, un momento en el que despega el interés por las obras públicas en el país y la mejora de comunicaciones, saneamiento e iluminación.

Es frecuente atribuir la patología de los monumentos históricos en España al terremoto de Lisboa de 1755. En el caso que nos ocupa los reconocimientos se efectúan sólo tres años después de este suceso, por lo que podrían plantearse posibles relaciones causa-efecto. Es cierto que en la Catedral de Valladolid, a sólo 10km de Simancas, Ventura Rodriguez zuncha con cadenas la torre del Evangelio en 1761 y que a pesar de ello se desplomaría un siglo más tarde, pero ya Pontones había intervenido sobre ella en 1746 (antes del terremoto) y Fray Pedro Martinez la había reparado también en 1726 (Bellido y Hernández 2015).

En la propia villa de Simancas hay otra torre, la denominada «del Obispo», en el Archivo General, que cuenta con una remate cupuliforme sobre el que tuvo que intervenirse a mediados del siglo XVIII. Entre 7 de setiembre y 13 de diciembre de 1749 se lleva a cabo una reparación general del Archivo y los ingenieros militares Nangle y Marnara reemplazan la linterna ejecutada en 1592 por Mora que estaba torcida.

Otras torres

Uno de los objetivos de la investigación ha sido trazar paralelismos con campanarios similares.

Colegiata de Santa María la Mayor

La torre corresponde al edificio más primitivo del conjunto catedralicio de Valladolid, levantado a lo largo del siglo XI, del que apenas quedan restos. Se trata de una torre-pórtico, campanario con acceso a los pies del templo que recuerda los *clocher-roman* franceses (Heras 1966).

El primer abad Salto y el prior Virila eran monjes cluniacenses de San Zoilo de Carrión de los Condes, en el Camino de Santiago palentino, donde podemos encontrar semejanzas en los restos del arranque de la torre.

En 1333 se ciega y maciza la torre-pórtico, abriéndose otros huecos y quedando rodeada por dos capillas entre las que queda encastrada pero sin trabar.

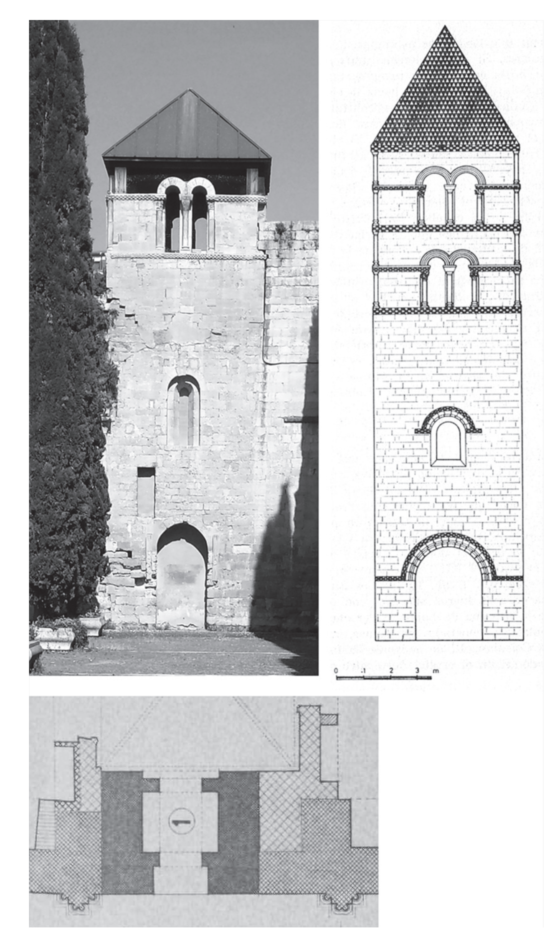


Figura 4
Fotografía actual de la única fachada exenta de la torre de la primera Colegiata junto a la hipótesis de Heras (1966) con la torre de la Colegiata rematada originalmente con un chapitel piramidal. Planta de la torre encastrada entre las capillas en el plano de Luis Cervera Vera (1963) Planoteca IPCE.

Iglesia de Santa María de la Antigua

En la torre de la Antigua el cuerpo inferior se divide en dos pisos y el más bajo también se cubre con bóveda de cañón apuntado, pero no encontramos el hueco de acceso desde el exterior que sí presentan Salvador y Santa María la Mayor.

Por los anillos en la parte central del fuste de las columnillas del cuerpo central similares a los dispuestos en el refectorio de Sta Mª de Huerta hacia

1215–1225, entre otros aspectos, Heras (1966) data la construcción de la torre a fines del primer cuarto del siglo XIII por lo que considera que es posterior a Santa María la Mayor y se debió tomar a ésta como modelo.

Además del trazado y decoración de cuerpos y ventanas, el citado autor describe con precisión el singular sistema constructivo del chapitel: «de esbeltas proporciones, cuyos cuatro paños están cubiertos con escamas triangulares de barro cocido y sujetas con argamasa de cal. Las aristas del chapitel aparecen recurvadas. Interiormente la torre remata en dos cúpulas superpuestas, hechas de grandes cantos rodados y piedras calizas de gran tamaño, prensados y unidos irregularmente por una argamasa de cal. La inferior que arranca de la planta cuadrangular de la torre, es troncocónica, tendiendo a la semiesfera peraltada: sobre el hueco central de ésta y en sus bordes apoya otra, también troncocónica, más apuntada que la de abajo. Ambas están reforzadas en la actualidad con hierros cruzados».

Esta descripción coincide con un Informe de Agapito y Revilla redactado en 1903 que se conserva en el Archivo Municipal AMVA CH 344–31 en el que propone llevar a cabo el proyecto previsto que incluye la reparación de la torre aunque no detecte peligro. Sabemos que poco después la nave del templo es demolida y completamente reedificada y contamos con documentación sobre las actuaciones llevadas a cabo en el cuerpo de la torre pero no sobre su remate. Desde el siglo XVI la torre contaba con un encamisado de refuerzo de 15m de altura y más de 2m de grosor que tuvo que ser retirado por García Guereta en 1908 al tiempo que reforzaba un andamio colocado poco antes por Lampérez para acometer la reparación del chapitel piramidal (Fernández Casanova 1911).

Llama la atención que en el texto de Fernández Casanova (1911) sobre estas actuaciones se menciona que «corona el monumento alto chapitel cubierto de tejas verdes y rojas de bordes en escama», lo que implicaría un cambio en los materiales de revestimiento del remate. En el informe de Agapito y Revilla, sin embargo, redactado justo antes de las intervenciones, hemos visto que ya describe unas escamas triangulares de barro cocido que concuerdan con los elementos que podemos observar en la actualidad y parece que no se alteró el sistema constructivo del remate.

En el interior de la aguja hemos medido una altura de unos 15 m desde el forjado superior que se encuentra a unos 19 m del arranque de escaleras. Pode-



Figura 5
Fotografía de la Antigua con el castillete de andamios instalado en 1908. AMVA digital 00020450.



Figura 6
Imagen desde el interior de la torre de la Antigua: se aprecia como en el volumen piramidal prismatico de caras planas se embebe una superposición de conos de piedra.



Figura 7
Vista de las torres de la Antigua y 1ª Colegiata desde la Catedral.

mos suponer el vértice macizado, según recomienda Heyman para la estabilidad de las agujas cónicas (1995: 335).

San Martín (Valladolid)

La historiadora Fernández del Hoyo (2003) sostiene que la antigua iglesia de San Martín en Valladolid y su torre empezaron a levantarse a fines del siglo XII, afirmando que «tuvo un tejado piramidal no tan elevado como el de la Antigua que se desmontó para reducir el peso». En varias publicaciones se refleja la anécdota del ingeniero José Santos Calderón de la Barca, consultado tras una crecida del Esgueva en 1788 sobre unas grietas que consideró antiguas «pues nacieron, según presumo, de que el remate que antes tuvo la torre, semejante al que tiene la de la Antigua, era de un peso desproporcionado; y eso obligó a los antiguos a derribarlo (González 1893. 2003, 216; Sangrador 1851).

Torres románicas en Palencia y Segovia

En la provincia de Palencia encontramos dos torres románicas que emplean recursos estilísticos similares: Santa Eulalia en Paredes de Nava, con cinco cuerpos recrecida con ladrillo y rematada con un gran chapitel de cerámica de colores y Santa María del Castillo en Torremormojón, con seis cuerpos y columnillas en las esquinas.

Diversos autores consideran que el campanario de la iglesia de San Esteban de Segovia de 53m de altura levantado en el siglo XIII es la torre románica más importante del país. Las intervenciones sobre su remate han sido reiteradas y polémicas. Un chapitel empizarrado sufrió la caída de un rayo en 1894, lo que conllevó su desmonte y sustitución por los arquitectos Bermejo, Repullés y de Sala. En 1907 un ciclón derribó el andamio colocado y la mitad superior de la torre, prolongándose durante tres décadas una restauración que se remató con un esbeltísimo chapitel piramidal, similar al de la Antigua, pero revestido con pizarra. En la actualidad y tras sufrir varios cambios, la torre cuenta con una sencilla cubierta a cuatro aguas revestida de Zinc.

La torre de Nuestra Señora de la Asunción en Pinarejos (Segovia) se corona con un remate piramidal cuyo sistema constructivo es una fábrica de mampuesto similar a la de la Antigua pero con intradós de caras planas en vez de cónico.

Otros problemas en los remates de las torres

Evacuación de aguas de una media naranja sobre torre cuadrada

Hemos visto cómo en los Libros de Fábrica de la iglesia parroquial de Simancas de mediados del siglo XVIII se recurre a los monjes arquitectos ante el temor a que se arruine el remate de la torre por las filtraciones de agua debidas a la pérdida de revestimiento de la cúpula, mencionando la posibilidad de aplicar betún. Está documentado que este problema se repite de forma habitual en las cúpulas de torres de la región, y los maestros diseñan detalles específicos para mejorar la evacuación de las aguas de estos elementos. [5]

La torre de la Catedral de Valladolid, por ejemplo, ya amenazaba ruina a principios del siglo XVIII por la mala calidad de los materiales y la falta de la adecuada evacuación de aguas. El maestro Matías Machuca lleva a cabo una obra siguiendo las instrucciones del informe y traza del arquitecto benedictino

Fray Pedro Martínez, donde se describe cómo la causa del daño es el agua que recorre la media naranja, la recibe un faldón que en vez de losas ordenadas es de mampostería menuda, no corre y se producen filtraciones. Se propone incorporar un faldón volado de losas machihembradas (para garantizar que no entraría el agua por las juntas si llegase a faltar en algún momento el betún de las mismas). Bajo el faldón se dispondrá un canal con pendientes hacia ocho leones o cañones para expeler las aguas. El informe del benedictino describe al detalle el funcionamiento del sistema de evacuación de aguas y es un documento constructivo de gran interés ya que explica cómo las filtraciones por la fábrica arrastran la cal e incluso cómo «en el anillo interior de la media naranja se a demolido alguna de las piedras de su cornisa originando (en mi sentir) de la penetracion de las aguas que siguiendose despues de ellas algunos yelos las hallan tiernas y aptas para congelarse en ellas y al tiempo de liquidarse se dilatan sus poros y se caen por las partes en que se hazen mas ympresion las quales y qualesquiera otras que se hallaren eridas se

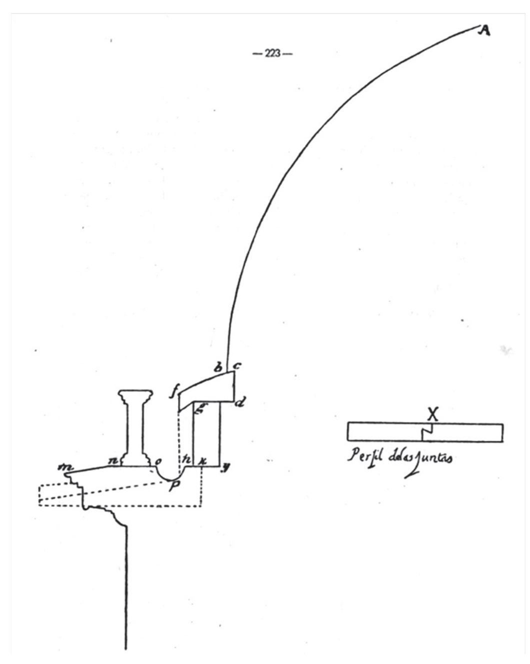


Figura 8
Traza de Fray Pedro Martínez en su informe sobre la torre de la Catedral de Valladolid de 1726 (García Chico 1940: 223)

deuen sacar y volver a yntroducir otras nuebas de buena piedra que ocupen su lugar» (García Chico 1940: 221)

La caída de rayos

Los campanarios no contaban con sistemas de protección frente a las descargas eléctricas en caso de tormenta hasta el invento del pararrayos por Franklin en 1752, que corresponde precisamente a la época que refleja nuestro manuscrito. Así, en 1766 se instala un pararrayos de Franklin en el Campanile de Venecia, que había sufrido previamente sacudidas de rayos en al menos diez ocasiones y no se derrumbó hasta 1902. Otro similar se coloca en 1769 en la catedral de San Pablo de Wren (Heyman 1995: 346). [6]

Conclusiones

La torre de la iglesia Salvador de Simancas está emparentada con otros campanarios románicos de la región que fueron conservados al reemplazarse el cuerpo de los templos en algún momento de la historia. Las nuevas fábricas los han envuelto en varios casos, dejándolos embebidos pero sin forzar una traba o enjarje con los mismos, tal vez en prevención de su distinto comportamiento estructural y posibles asientos.

Sus remates han sido modificados de forma reiterada, tanto en respuesta a problemas de humedad, resistencia o tras la caída de un rayo, como de adaptación a cambios de criterios estéticos: chapiteles empizarrados barrocos, tejados a cuatro aguas de ligera pendiente rematados con Zinc modernos, teja curva tradicional, sólo canales o incluso recuperación de hipotéticas agujas-pirámide de gran esbeltez. Este último modelo es sugerido habitualmente en los proyectos de restauración y, en algún caso, como San Esteban de Segovia, llegó a realizarse aunque posteriormente haya sido eliminado.

En el caso de Simancas al reedificar el templo a mediados del siglo XVI se decide recrecer la torre, que pierde su cubierta poco después en el incendio de 1578. Se debió construir entonces tambor, cúpula y linterna de fábrica de ladrillo que se revisten con planchas metálicas colocando cuatro bolas de hierro en el remate. En 1633 se culminan las obras con bola y nueva veleta. Dicha cúpula, sin embargo, estaba

ejecutada de forma imperfecta, según la información del manuscrito inédito que ha dado pie a esta investigación y se repasa en 1758 (podemos tener en cuenta que sólo tres años después del terremoto de Lisboa) siguiendo instrucciones del benedictino Fray Ascondo, tras la aprobación del Padre Pontones. Ambos monjes eran considerados en su época «maestros inteligentes» y muy capacitados.

La cúpula de Simancas es desmantelada en 1898 y sustituida por un tejadillo con estructura de madera a cuatro aguas sustituido por otro similar pero sin refreno en 1983.

Agradecimientos

A D. José Miguel Díaz Sastre, estudioso del manuscrito y profundo conocedor de la historia de la villa, a D. Roberto Pérez-Briso Montiano, párroco de Simancas, por su excepcional apoyo y a Dña. Isabel Aguirre Landa (A.G.S.) por su ayuda en la transcripción de los Libros de Fábrica del siglo XVI.

Notas

1. Heras (1966) explica la escasez de monumentos románicos en la provincia de Valladolid a partir de varios factores: el predominio en el terreno de materiales arcillosos, margosos y yesosos frente a la poca calidad de la piedra caliza de los páramos pontienses, lo que relega la cantería frente a la fábrica de ladrillo y tapia, la tradición mozárabe, el alejamiento de las rutas jacobeas más transitadas y de los focos artísticos de la época junto a la falta de población en ese periodo.
2. Bachiller, M. (1755) *Antigüedades de Simancas* (transcripción de D. José Miguel Díaz):

   > ... el rey y los demás caballeros que traían fresca la memoria, gran devoción, y en las manos riquezas del despojo, cuando entraron en la iglesia a dar gracias al Señor, en este templo de la Villa, y a ofrecerle los primicias de la victoria, le ofrecieron grandes dones, y joyas, y sin duda por eso con mandado del rey D. Ramiro, se amplió y reedificó de nuevo el templo, y mandose consagrase y dedicase al santísimo Salvador, que es la vocación que hoy tiene. Y la torre de aquel edificio ha permanecido hasta ahora tan antiguo, la bien entender que no es de menos tiempo que de seiscientos años que ha sucedido la batalla, y la iglesia que es más moderna.

   Describe la muerte del Obispo Acuña en 1526:

   > un domingo mientras la misa mayor, estando todo el pueblo junto oyendo sermón en la claustra de la iglesia del Salvador, porque a la sazón habían derribado lo iglesia vieja, y sacaban los cimientos de la iglesia nueva, que ahora hay.
3. Transcripción del manuscrito:

   > Año de 1758 Obras de la linterna y media naranja de la torre de Simancas.
   > En 27 de setiembre de 1757 la reconoció Fray Juan Ascondo Benedictino y señaló como unico repaso el reboque de la media naranja y linterna presupuestando para todo 20 fanegas de cal y 500 ladrillos.
   > Se dió principio a las obras habiendo hecho presente los maestros ejecutores que la torre se movia buscó el cavildo nuevamente al padre Ascondo y hallandose ausente de Valladolid, recurrieron al padre Fray Pablo Bugallo Dominico en el de San Pablo de dicha ciudad quien opinó estar ruinosa y presupuestó como costo total para desmonte y nueva formación la cantidad de 34 mil r poco mas ó menos
   > En tal estado acudió el cavildo al Iltmo Sr Isidoro Cossío y Bustamante obispo de esta diocesis haciendo presente lo que ocurria con la reparacion de la torre y su Ilustrísima se dirigió al padre Pontones Monje Jerónimo que residia en Tordesillas quien se personó en Simancas la reconoció y en cuatro de julio de 1758 en carta que dirigió a su Ilustrísima le decia que el cuerpo donde estaban las campanas, media naranja y linterna se habia ejecutado a ojo de buen cubero y aun cuando se hallaba desplomada la linterna habia observado estando desde 1725 en que pasó por esta villa sin que hubiese aumentado el desnivel como lo habia observado despues en otras ocasiones con pena?; opinando que si los edificios torcidos se hubieran de enderezar era forzoso que nacieran muchas grietas.
   > En resumen consignó que la reparacion debia hacerse como habia indicado Ascondo aunque no se refiere en nada a este.

   Al margen (efectivamente fray Antonio es autor de las trazas y ejecución del pasadizo de El Escorial conocido como galería, cueva o «Mina de Montalvo»):

   > ¿Seria este padre Pontones el que en 1770 dirigio la galeria subterranea que comunica el Monasterio de San Lorenzo con la casa de oficios?
4. El arquitecto Luis Mingo (2003) propone para San Martin que el perfil de la cubierta de la torre más apropiada sería el que aparece dibujado por Wingaerde a mediados del siglo XVI, utilizando idéntico material (teja con escamas) al empleado en la torre de la Antigua.
5. Andrés Fernández y Francisco García para recrecer en 1697 la torre de Santa Cruz en Medina de Rioseco, describen como «poner en dho cuerpo de dha torre una ynposta con su escarpado que zircunde por toda su circunferencia como la que al presente dha torre en el cuerpo que asi conviene ser para que las aguas espelan bayan a la calle y por la parte que mira al tejado de dha yglesia sea de azer en dha ynposta y en ella propia una colaga con su desnibel al angulo que mira al medio para que baya las aguas a la calle» (García Chico 1940: 220).
6. Son numerosas las referencias a caída de rayos en los campanarios de la provincia y a sus graves consecuen-

cias, como en la iglesia de San Francisco en Medina de Rioseco: «aviendo por los diez y seis de agosto del año pasado de mil seiscientos setenta y siete acaído una centella en la torre del convento de san francisco desta ciudad en ella a echo daños considerables de forma que tiene necesidad de demoler y acerla de nuevo» (García Chico 1940: 200).

Lista de referencias

Bellido, R y Hernández, L. 2015. El papel de los arquitectos funcionarios en la construcción decimonónica. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Segovia.

Brasas Egido, J.C. 1983. Nuevos datos sobre arquitectura vallisoletana del siglo XVIII. *VARIA DE ARTE*.

Cano Sanz, P. 2003. Fray Antonio de San José Pontones: Arquitecto, Ingeniero y Tratadista en España (1710–1774). Universidad Complutense de Madrid.

Expósito Sebastián, M. Fray Joaquín del Niño Jesús: Su propuesta para elaborar un tratado de Arquitectura (1818). *ARTIGRAMA Nº3,* 267–283

Fernández Casanova, A. 1911. *Iglesia de Santa María de la Antigua en Valladolid.* Madrid: Imprenta de San Francisco de Sales.

Fernández del Hoyo, M.A. 2003. La iglesia parroquial de San Martín: su historia. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, 9–26

García Chico, E. 1940. *Documentos para el estudio del Arte en Castilla*. Tomo 1. Arquitectos. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Heyman, J. 1995. Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Martí y Monsó, J. 1898–1901. *Estudios histórico-artísticos.* Madrid: Leonardo Miñón.

Martin Gonzalez, J.J. 1973. *Antiguo partido judicial de Valladolid,* Tomo VI. Valladolid: Diputación Provincial de Valladolid.

Mingo Macías, L.A. 2003. Restauración arquitectónica del templo de San Martín de Valladolid. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, 27–46

Plaza Bores, A. de la. 1962. *Guía del Investigador.* [1962] 1992 Madrid: Ministerio de cultura.

Sánchez Albornoz, C. 1925. *El obispado de Simancas.* Del Homenaje a Menéndez Pidal T.III. Madrid: Imprenta de la librería y casa editorial Hernando SA.

Sangrador, M. 1851–54. *Historia de la muy noble y leal ciudad de Valladolid, desde su más remota antigüedad hasta la muerte de Fernando VII.* Valladolid, Imprenta de D.M. Aparicio.

Roman Baroque Models and Local Traditional Construction. The Sanctuary of St. Ignatius of Loyola and its dome

Iacopo Benincampi

Generically, the term 'Stereotomy' refers to the *science of cutting solids* (Crescenzi 2002, 194; Defilippis 2012, 39)*,* or rather, the sum of theoretical and practical knowledge (often originating from tradition) utilized to determine the exact shape of all the components used to seattle a particular architectural component. In fact, this element is built as the result of an assemblage (more or less complex) of blocks –generally stone– for which the prior knowledge of the outline of each ashlar is necessary for a successful outcome. This discipline represents the alternative to construction techniques based on the use of bricks, traditionally quite popular precisely because of their small dimensions and the flexibility of their joints, both optimal characteristics in the fabrication of complex spatial structures. However, this does not necessarily mean that material selection constrains the design. Thus, the model designed by papal architect Carlo Fontana (1638–1714) for the dome of the actual minor Basilica of the Sanctuary of St. Ignatius located in the village of Loyola[1] (figure 1), rather than being realized in masonry (as was plausibly conceived) was found to be implemented by means of the application of complex stereotomic principles, giving rise to a *unicum* that has not again been encountered or equaled on the entire Iberian Peninsula (Kubler 1957, 152).

Stereotomy: instructions for use

Proceeding from the geometry, without which it would be impossible to accomplish any result, stereotomy can be defined as the technique required to cut stones, wood or metal in order to convey course application in construction (Palacios Gonzalo 2003, 7).[2] Therefore, this practice does not just regard the simple operation of cutting stone, but provides codified graphic procedures, indispensable for designing structural components and the advanced verification of the overall stability of an architectural organism. In addition, knowing the *vera forma*, of every singular load-bearing part in advance facilitates the transmission of information to the craftsmen and the monitoring of the proper execution for each piece, later to be placed in the nearly-dry stone work.[3] Thus, it is a complex operation, in which a logical process anticipates the technical application through which the appropriate and precise profile of each block can be attained which, when united with all of the others, will then ensure the capacity of the entire structure.

Since the end of the sixteenth century,[4] numerous treatises have been written in attempt to provide precise procedural instructions, and yet often these texts were difficult to understand. Consequently, especially in Spain, writers proceeded to establish a more practical language furthered, above all, by the theoretical works of Alonso de Vandelvira (1544–1626), Fray Lorenzo de San Nicolás (1593–1679), and Ginés Martínez de Aranda (1556–1620),[5] whose writings were widely circulated, as they promised robust and detailed instructions on the implementation of technical construction. In these elaborations, accurately characterized by briefly annotated graphic tables, the authors reported with extreme meticulousness the me-



Figure 1
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius, exterior, general view. Photo: I. Benincampi.

chanisms for projecting the geometry of the shapes, with the objective of determining as precisely as possible the *patrones*: the actual plans to be utilized in the cutting of the ashlars (figure 2).

These technical drawings were obtained according to two different methods: either by establishing the drawings in advance and then scaling them to the necessary dimensions, or by proceeding directly in real-time, arriving in extreme cases to project the elements directly on the building site floor. The latter process was rather complex but also guaranteed results with a minimal margin of error.

In the operation of cutting, as stonecutter proceeded using a particular tool at the worksite, known as a *Baibel*. It was a sort of rigid template formed with two arms, one of which was curved: a highly specialized object, unique to each worksite and often made with scrap material (appropriate considering its singular use), aimed at eliminating excess material and delineating the ashlars as needed. In fact, the curvature of one of the sides of these devises was defined in such a way that it only allowed detailed manufacturing of building-stones for a specific architectural element and therefore –once fulfilled– its task became useless for any other fabrication site.[6] Alongside the *baibel*, the *saltarregla* could always be found: an object similar to a compass and generally made of

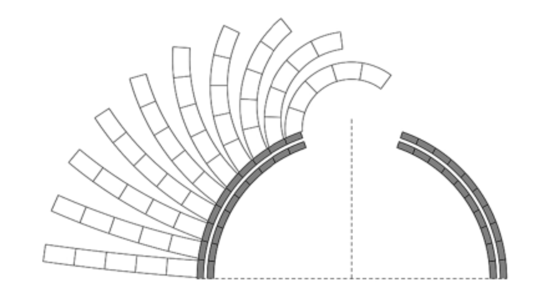


Figure 2
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius. Reconstruction of the procedure for defining the patrones that were used as a reference for cutting the ashlars for the dome. Elaboration: I. Benincampi.

wood or metal. Utilized more for defining angles than drawing curves, this tool had internal sides with flat arms and was used primarily for making *trompas* and in the elevation of any type of arch. With this tool, one could cut ashlars from the head, so that the angle formed between the vertical plane of the face and the plane of the soffit of the ashlar formed the desired shape.

Instead, concerning the cutting procedure, a manual operator could follow two possible options. In the first case, from the identification of the initial *patron* for each element, it was then possible to establishment its horizontal projection. From here, they proceeded to cut, having established both the vertical length and depth of the actual shape. On the contrary, the second method primarily exploited the use of the *baibel* that, in continuity with the horizontal projection of the ashlar, allowed the shaping of the element. Both techniques fall under that purported *arte de Montea*: the ability to realize drawings quoted in the real-life dimensions of the pieces for an architectural design or, more simply, just a part of the design. A body of knowledge that, based on predetermined reference plans, allowed the working of stones even in the absence of the designer, who could therefore be far away from the worksite even for long periods of time. For example, this is what happened at Loyola where stable work was able to resume even without the constant presence of the general manager.[7]

The Dome of Loyola: a complex Obra

The War of the Spanish Succession (1701–1713/1714), which had seen a confrontation in the House of Bourbon –the legitimate heir to the Spanish throne after the death of King Charles II Habsburg (1661–1700)– and the future Emperor of the Holy Roman Empire Charles VI Habsburg (1685–1740), for a long time caused the privatization of Spanish Royal factories and funds necessary for the completion of works under construction (Blasco Esquivas 2004, 391–393). So, even if founded in 1689 from the design of architect Carlo Fontana along with the patronage of the Queen Mother Mariana of Austria (1634–96),[8] the Jesuit Sanctuary of Loyola remained at a standstill and only in 1717 the fabric was able to be resumed, under the guidance of Sebastian de Lecuna (1662–1733), a local *maestro de obras* highly respected among his contemporaries (Eguillor 1977, 442).[9] He led the worksite until his death in 1733, bringing the fabric to a highly advanced state (De Hornedo 1956, 393) while resolving some long-standing critical points within the work as a whole, namely the elevation of the arches[10] encircling the annular nave of the church as well as the elevation of the dome. The latter was completed by his assistant and successor as the director –Ignacio de Ibero (1684–1766)– who finished the work on the church, resolved the decorations for the interior and built the lantern, all in time for the inauguration (31 July 1738, the feast day of St. Ignatius). However, the dome presented static defects from the beginning, for which it was immediately necessary to be reinforced at the base, encircling it with two bands of iron.[11] Still today, this temporary remedy requires an inquiry for a new and more effective solution (figure 3).[12]

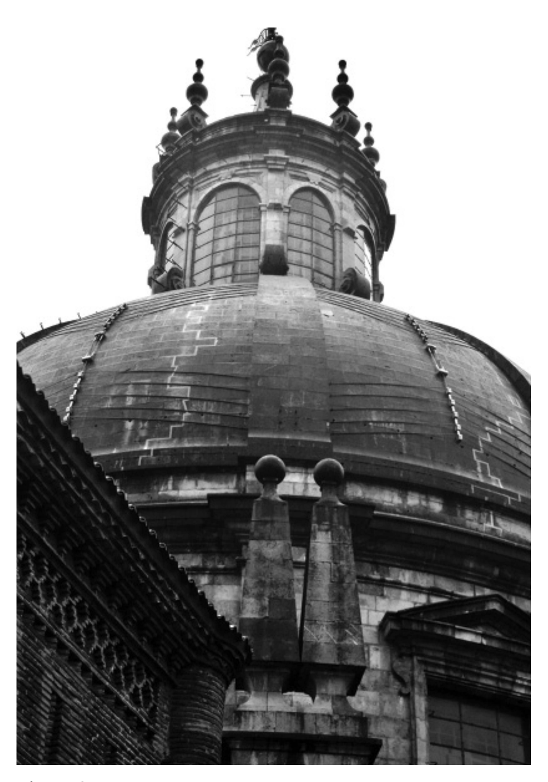


Figure 3
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius, interior. Photo: I. Benincampi.

Furthermore, the construction under Lecuna and Ibero was assisted by a team of three architects from Madrid, whose identities remain unknown. They – which is certain– were involved in design and structural decisions, in particular on materials to be use.[13] Alongside all them worked sculptors and stonemasons, who were primarily entrusted with the realization of the finishing touches. In fact, the eight segments of the soffit of the dome (identified by the ribs) today appear enriched not only for the extensive decorations in relief that also characterizes the tambour but also from the presence of the eight allegorical statues of the virtues,[14] sketched in 1732 by the French sculptor Juan de Lane and modeled in stucco by the Italian artist Gaetano Pace (died in 1738).[15] Moreover, a conspicuous number of workers realized the majority of the ornamentation, which is attributable mostly to the hand of Ibero.[16] This master builder grew up in a Jesuit complex and specialized in the practice of *tallista*,[17] building *retables* outside of Basque worksite for local clients[18] who, nevertheless, provide an insight into the training of this artist, an apprentice of the Churriguera and of their followers. In this regard, the high altar of the church of Loyola explicitly encompassed the Iberian tendency of extreme exaltation of details, well expressed by the craftsmen of Salamanca and, as well as in the ornamentation of the principal hall such as in the dome, called for the custom of reducing architectural structures to purely decorative grandeur, later exported and developed especially in the *New World* (Gutierrez De Ceballos 1971, 11).[19]

Local Practices and Roman Models

A double shell in stone with a diameter of approximately 20 meters, separated by an interspace of about 32 cm:[20] a solution unique in its genre that shows how the dome of the Sanctuary of Loyola was probably determined by the special circumstances that also developed the process used on the Basque construction site itself. In fact, executive guidance on the part of Carlo Fontana was lacking (he never visited the worksite) and the substantial isolation of the site compared to the other principal cultural centers at the time –due to its location– left ample room for the local craftsmen to make decisions on their own who, while probably respecting the initial plan set by the master from Ticino, they likely interpreted the design according to their own building cognizance while utilizing more readily available materials, namely stone (figure 4).

Today, what had been the architect's vision for the project and his architectural decisions for its elevation are not able to be determined with any certainty, lacking any graphic testimony of an elevation drawing with the exception of a drawing depicting the site in 1721 (Benincampi 2015b, 59–62).[21] Indeed, this image already shows a variation of the situation in respect to the likely beginning of the project and, in addition, written sources confirm the implementation of this modification.[22] Nevertheless – in respect to the dome– the idea of the double shell is plausibly attributable to the Ticino architect, as it was typical in Italian regions[23] but generally extraneous to Spanish tradition. However, what is not typically assimilated to roman architectural culture is not only the utilization of stone as the preferred material but, above all, the predetermining of the shape of each ashlar along with its corresponding decorated portion. After all, this choice constrained the technical realization of the work as a whole, obligating the implementation of identical ashlars for the inner shell, since the only possible way to simplify the operations was to use pre-fabricated elements, only later to be carved with ornate figures and shapes (figures 5–6).[24] Furthermore, these shapes, not being geometric but rather depicting draperies, coat of arms and animals,



Figure 4
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius, exterior. Photo: I. Benincampi.

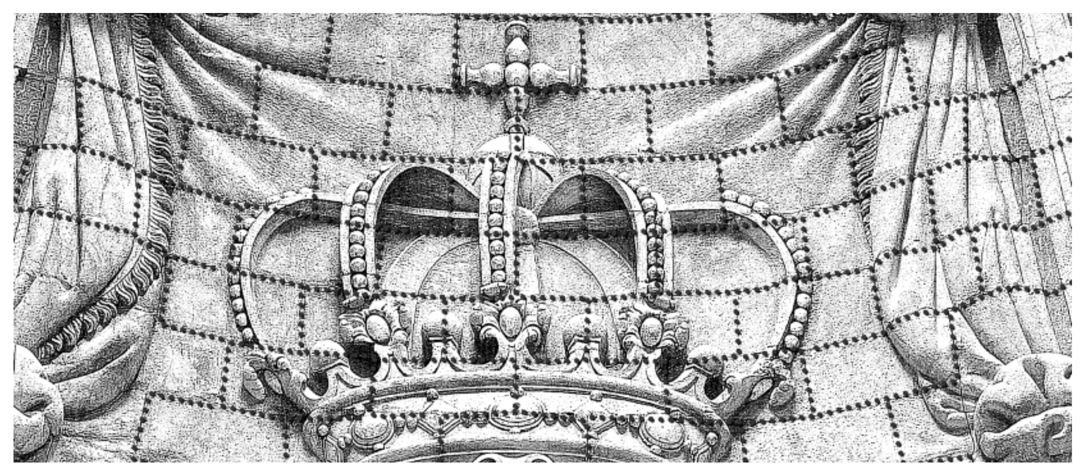


Figure 5
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius, interior, detail of the soffit of the dome. Photo: I. Benincampi.

implied there was an even greater conceptual effort in the workmanship, since every block of stone had to be worked individually and then placed in relation to all of the other contiguous pieces so that the final image was uniform. Therefore, it was not possible to place each singular element in an already finished state, but was instead appropriate to proceed first with a preliminary rough-shaping of the ashlar during production and only later, once the piece had been put in place with the others, finalizing the carvings, perfecting the joints and removing any excess material, thus highlighting the three-dimensionality of the whole.

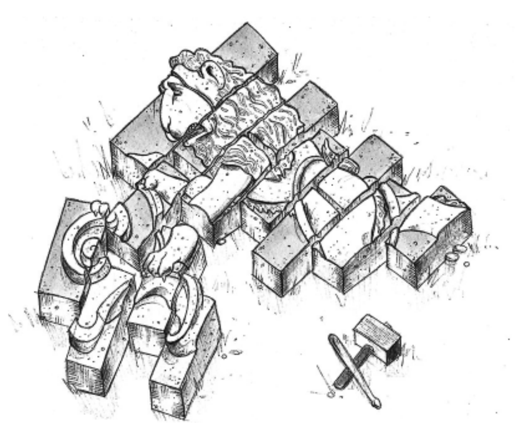


Figure 6
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius. Reconstruction of the profile of the dome. Elaboration: I. Benincampi.

Completely different situations were presented externally. Here, the lack of decorative elements permitted the Spanish craftsmen to exploit all the stones on the worksite, avoiding unnecessary waste and increasing the speed of fitting and finishing the joints, achieving an austere result, while at the same time essential. Consequently, one could almost imagine the two shells of the Jesuit church as two autonomous subjects in their shape and the architectural choices, which seems to be confirmed by the shaping of the two profiles: the almost perfectly hemispherical profile of the soffit (a *media naranja*), while the external one is slightly more arcuated. However, the presence of the ribs instead allows us to consider the two domes as a single entity, which is tightly interconnected and strengthened precisely from these radial elements, guaranteeing stability and robustness (figures 7–8). And, in this regard, the fact that the first five rows of stones starting at the base present a slight difference in dimensions in respect to those above, signals a search for the tangency necessary to attach to the tambour below. Simultaneously, this reveals the workings of the dome itself, in which every singular element collaborates with all of the others for the general soundness of the structure. Hence, it seems a solution with no affinity found in Spain and

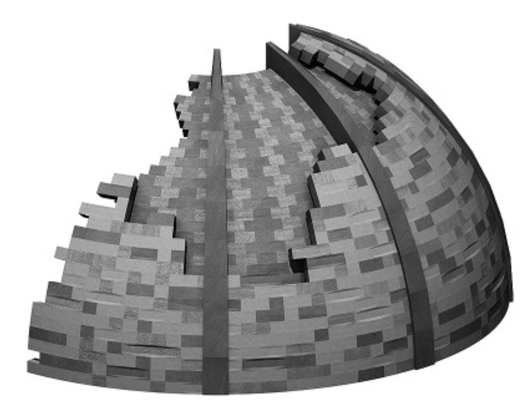


Figure 7
Loyola, Sanctuary of St Ignatius. Reconstruction of the arrangement of the ashlars of the soffit of the dome. Elaboration: I. Benincampi.

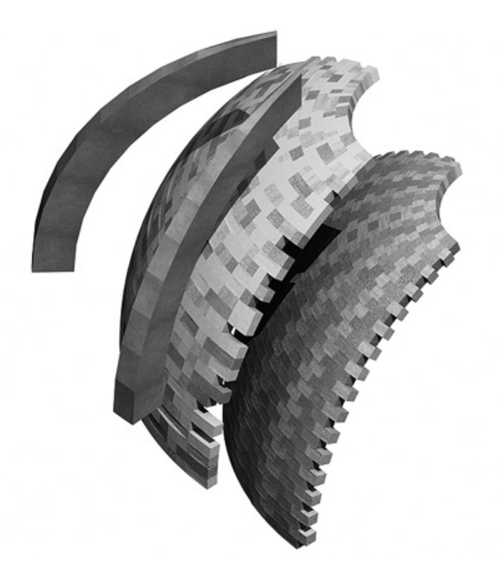


Figure 8
Loyola, Sanctuary of St. Ignatius. Reconstruction of the ashlars of the soffit of the dome. Elaboration: I. Benincampi.

it configures the dome as the singular result of a fusion of stately requests and local construction capabilities.

In Rome and in its surroundings, there are some formal references –useful comparisons for the Basque intervention– that can be observed and, in particular, the worksites in which Carlo Fontana himself had participated. Indeed, from the case study of *Santa Maria dei Miracoli* (1675–79) to the unrealized church that was to be erected in the Coliseum (from 1676), and as well as the dome of Montefiascone (from 1670), these are several occasions which can be used to measure the Ticino architect against the problems of the dome. In addition, the opportunity to closely observe the impressive ancient Roman structures and their tectonic solutions, such as in the case of the so-called Temple of *Minerva Medica*,[25] as well as Fontana's study on the St Peter's Basilica –collected in the volume *Templum Vaticanum* (Fontana 1694, 311, 313, 315–323)– represents a clear indication of the technical competence and the capabilities of the architect. Therefore, from this *cursus honorum* transpires the mastery of architectural practices of the expert, which allows us to put forward a hypothesis on the elevation of the dome of Loyola and its evident structural problems. Defects, such as these, probably are thus not imputable to the project designer, who unlikely would have been able to present a proposal with such deficiencies. Instead, these shortcomings may be more plausibly traced to, on one hand, the selection of stone as the building material and, on the other, the commingling of different construction practices. Also, the decision to profoundly modify the design with the insertion of the annular nave[26] –in place of the presumed previous configuration of radial chapel passageways– undoubtedly undermined the static stability of the whole (by reducing the surface area of the supporting walls), which was initially supported by the chapels, exacerbating the load on the foundations. Moreover, the very decision to proceed with a consultation on the design of the internal arches of the church (Benincampi 2015a, 32–38) suggests the existence of a structural problem and the lack of a shared and reliable solution on how to proceed. And, perhaps, this complex weaving of demands and problems could be explained by the unusual height of the tambour, slightly lower in respect to the other solutions by Fontana (Coudenhove-Erthal 1930, 135). Plausibly, the fear of an excessive load on the pillars –also because of the expectation of a heavy lantern– as well as the necessity to reduce as much as possible the occurrence of an overturning moment which the walls remained subject to, imposed a modification in the master plan, so as to prevent a possible general collapse of the structure.

Anyway in support of the local craftsmen it is important to recognize the uncommon and exceptional nature of the design. The craftsmen, finding no equal in dimensions or in form in the Spanish Basque Country, undoubtedly sought to seek models for reference elsewhere, one of which could possibly have been the Royal Palace of San Lorenzo de *El Escorial* (1563–94). In fact, the palace-monastery commissioned by King Philip II of Habsburg (1527–98) not only was built entirely of stone –as was the Sanctuary of Loyola– but, above all, was the work of Basque master craftsmen, providing them (although a long time prior to them) a noble *exemplum* to refer to. Therefore, it was an articulated design and construction site, as suggested simply by the mere presence of the nearby *Holy House* in which –according to tradition– St. Ignatius was born and converted to religion: a relic that implicated from the beginning special attention to be given in designing the features.[27]

However, most likely, no one could have ever expected its visible state today. The curious application of local building practices to a Roman matrix, led in fact to a model that constitutes one of the most unique manifestations in the European landscape in an international style, typical of the late Baroque. In this sense, the modifications and adaptations made by locals in consideration to the functional needs of a country with different tastes and styles from Italy did not substantially distort this re-interpretation to have a local aesthetic or flavor. Contrary, this contribution has shown and clearly defined the terms through which Spain drew inspiration in the eighteenth century from the Italian culture, especially Roman.

Notes

1. About the Sanctuary: Garcia1866, *passim*; Schubert 1908, 263–269; Braun 1913, 150–160; Coudenhove-Erthal 1930, 133–149; De Hornedo 1956, 383–430; Hager 1974, 280–289; Eguillor 1982, 249–276; Eguillor y Hager y De Hornedo 1989, *passim*; Cabasés 2001, *passim*; Sale 2003, 81–88; Guadalupi y Gutierrez de Ceballos y Berchez 2002, *passim*; Astiazarain 1989, *passim*. Gutierrez De Ceballos 2006, 92–116; Benincampi 2015a, *passim*; Benincampi 2015b, *passim*.
2. See also Aterini 2002, 185; Castro Villalba 1996, *passim*; Rabasa Diaz 2000, *passim*.
3. In fact, the mortars in this situation played a limited role, as the stones already interlocked perfectly together, forming the walls. In contrast, in a non-homogeneous layering, their role is fundamental for the proper distribution of loads. Cfr. Defilippis 2012, 83.
4. In Spain, the first treatise on architecture appeared around 1560 by Brother Hernán Ruiz the Younger (1514–69): a short document that, in part, re-proposed some of the observations of Vitruvius and Serlio, but enriched with ideal plans and other drawings of his own invention. This was followed by the dissemination of a treatise by Philibert de L'Orme (1568) which, however, was not widely circulated because it was mainly aimed at an audience of specialists (Pecoraro 2005, 841).
5. Particullary at Loyola, the treatise by Vandelvira –*Tratado de Arquitectura* (1575–1591)– was a fundamental point of reference for the transposition of Roman design in construction documents for worksites, though also the treatise of Ginés Martínez de Aranda –*Cerramientos y trazas de Montea* (end of XVI century)– belonging to José and Alberto de Churriguera could have been a manual-like source of absolute importance (Calvo Lopez 2009, 1–18). In this sense, the visit by their brother Joaquin to Loyola corroborates the hypothesis of this connection (Benincampi 2015a 26–49).
6. Probably, for this reason, no examples of the tools have survived to today.
7. In the case of Loyola, it is indeed known that the site manager Lecuna left the worksite several times to work on other tasks, which was possible only because of this work methodology (Astiazarain 1989, 81). After all this stereotomic technique allowed the architect to create *una tantum* drawings for the realization of the ashlars. Subsequently, master carpenters and stonemasons proceeded independently without the need of constant supervision on the part of the project manager (Palacios 2003, 15).
8. On the foundation: Astrain 1920, 24–32; De Hornedo 1989a, 127–161; De Hornedo 1989b, 67–77.
9. On the figure of Lecuna and his activities: Astiazarain 1988, 1: 207–225; Astiazarain 1989, 67–88; De Hornedo 1989a, 138–144; Benincampi 2015a, 26–49. Lecuna replaced Martin De Zaldua (1654–1726), former construction builder, who was removed from the project in 1705 because of the economic constraints imposed by the civil war at the time. Originally from Oyarzun in the Spanish Basque Country, Lecuna held several positions throughout the region dealing with public utility buildings (City hall of Elgoibar, 1733) and urban infrastructure (bridge of Astigarraga, 1731) which indicate a certain notoriety (Astiazarain, 1: 185–225).
10. See I. Benincampi, *Carlo Fontana e il Santuario di Loyola: progettazione italiana e pratiche costruttive spagnole*, in progress. In fact, a peculiarity of Loyola is the central structure, characterized by a *girola* (or, ambula-

tory): a modification realized by Martin De Zaldua, of which the repercussions caused many complications both in the construction of the internal arches of the passageway between the hall and the nave, and in the pursuit of the stabilization of the dome itself.
11. De Hornedo 1989a, 147. In fact, after the end of the lantern and the position in 1735 of the Cross set above it, Ibero had to immediately report that there had been structural movement due to settling.
12. Since (and still today) the static structure of the external dome continued to have problems. In 1988 the Italian engineer Giorgio Croci was given the task of stabilizing the structure as a whole. From his analysis, it was deduced that the static problems were due to the architectural structure of the dome itself (insufficiently attached, almost semicircular) as well as to the excessive weight of the lantern. Consequently, he decided to reinforce the entire double shell with steel cables, which are still present and visible today (Cabases 2001, 34).
13. Archivo Historico de Loyola (AHL), *Libro de las Cuentas*, 1–4–1, c. 37r, January-February 1730: «ytem 180 Rs. que carga el oficio de Madrid por dados a tres Maestros que vieron la traza de la Media Naranja y dieron su parecer»; AHL, *Diario Historico de Loyola* (1713–1763), 1–5–10.1, 1730: «[...] comuinieron en el parecer que dieron acerca de la Media Naranja interior y su construcciòn, que fuesse de piedra differente a la caliza de que se forma la hobra». Cfr. De Hornedo 1989a, 144.
14. They are, starting from the one holding the Communion in its hands, and in counterclockwise direction: Faith (with the Eucharist), Charity (with two babies by her womb), Hope (with her eyes lost in the sky), Religion (with the cross), Temperance (with a horse-bit in her hand), Justice (with scales), Prudence (with a snake wrapped around her arm), and Fortress (with a spear and shield).
15. These two were *Adventureros*. They were generally referred to as artists trying their luck in foreign countries even without an official position. In particular, Pace came from a family of Italian sculptures, who moved to Portugal probably following the reformatory wave undertaken by King John V (1689–1750), eager to embrace and promote artistic culture in this country, as well as Roman architecture. Indeed, the entire Iberian Peninsula then proceeded in this direction. Thus, a large number of different Italian artists arrived to the Portugal and Spanish courts: Andrea Procaccini (1671–1734), Filippo Juvarra (1678–1736) and Giacomo Bonavia (1705–59), plus a multitude of stone masons, laborers and master builders (Sugranyes 1999, 90).
16. In fact, he was principally a *tallista* (a wood carver), while Lecuna looked like a technical expert. Consequently, it is not difficult to imagine a reciprocal relationship and an integration of the two, in which the younger apprentice managed the decorations while the older Master dealt with the structural aspects of the church (Benincampi 2015b, 64. Eguillor 1989, 163–171).
17. Probably, Ibero started as a wood sculptor. However, his experience easily transferred to stone, assuming the connotations of bas-reliefs and then later in true sculptures.
18. Referring to the *retablos mayors* in convents *de la purissima Conception Francisca* in Azpeitia, *de Santa Clara* in Azcoitia and the *Convento de Santa Clara a Tolosa* (Astiazarain 1988, 2: 29–40). Lecuna also took up similar themes, though in small amounts, as evidenced by the *ratablo del Cristo Crucificado, de San Ignacio y San Francisco Javier* in Oyarzon. The distinctive trait of this system of altars resides mainly in the decoration framed by twisted columns, immensely detailed and articulated, which inserts this work in its own right into the Spanish Baroque (Astiazarain 1988, 1: 202–205).
19. Garcia y Bellido 1929, 48–50; Kubler 1957, 138–150; Blasco Esquivias 2006, 6–23. In the New World, especially in Mexico and Latin America, the phenomenon of hyper-decoration went on to find a strong foothold, giving rise to hybrid and quite detailed solutions, such as, the façade of the Dolores Hidalgo Cathedral in Zacatecas.
20. Externally, the dome spans a width of about 24 meters and concludes at its apex with an oculus, sealed closed by a heavy lantern of about 6.5 m in diameter, illuminated by windows and crowned by a large and richly decorated fleuron. The overall height of the interior of the basilica reaches 50 m but, by adding the dimensions of the lantern, it arrives to a total height of 65 m. (Cabases 2001, 11–35).
21. This was a published drawing by Flemish Bollandist Fathers Giovanni Vinnio and Guglielmo Cupero, who visited the Loyola Sanctuary while under construction along their journey to Madrid. In fact, they were busy at the time collecting the necessary information to complete the sanctorale for the figure of St. Ignatius. Specifically, the publication shows an intermediate solution between the design of the plan from the Busiri-Vici Collection (identified by H. Hager) and the actual situation, which permits the hypothesis that, at that time, there must have existed an executive design; however, there had already been modifications imposed during the consultation, which took place in 1720 (Hager, 1974, 280–289; De Hornedo 1989a, 139–142).
22. See I. Benincampi, *Carlo Fontana e il Santuario di Loyola: progettazione italiana e pratiche costruttive spagnole*, in progress. In particular, great interest lies in

the sense of the warning by the Provincial Father of Castile Alençon, who in 1696 invited Martin de Zaldua «hazer el Maestro traza ajustada de la Yglesia segun està planeada con la mudanza hecha del ensache mayor de los pasadizos de las capillas, […]» (AHL, 1–4–3, Libro de Visitas 1684–1765, p. 19, 20 November 1696). This indicates not only the willingness to modify the design already underway but, above all, suggests the probable subsequent existence of a variation to the design, later implemented. (Hager 1974, 284; De Hornedo 1989, 131).

23. The many examples are deeply rooted in the time: from the case of San Marco in Venice to the dome of St Peter's in Rome, as well as Santa Maria del Fiore in Florence.
24. The repeated linear staggering of the joints helps to reduces the possibility of the appearance of cracks.
25. However, the old building was already taken into consideration by Bernini in the design of the church of Sant'Andrea al Quirinale (from 1656); but not so much in terms of construction-structure, but rather in relation to the formal possibilities that such a ruin offered to resolve long-standing problems of combining the central area with the needs of a lengthways extension of the Christian-Catholic liturgy. Fontana, perhaps, studied this temple from the Roman world for its load distribution, which was resolved by a ribbed dome buttressed also through the use of the chapels.
26. In reality, the transition from a plan with lateral chapel passageways to the actual annular nave was not exceptional to the construction of Loyola. In fact, the Jesuits had proposed this same transformation at least to one other site during construction in those same years, the church of St. Vitus in Rijeka (the ancient *Fiume*), transformed in 1725 when the new project manager B. Martinuzzi converted the secondary chapels into a continuous passageway.
27. Based on the document 'Donazione' from the *Compagnia di Gesù* society, the Holy House of Loyola could not be altered in any way, which implied the need for a search of an *ad hoc* solution that would allow it to be incorporated within the religious complex. The Busiri-Vici plan, in this regard, is not represented, which has raised many doubts about whether or not Fontana took it into account while designing the project (Astrain 1920, 26; De Hornedo 1989a, 130–131).

Reference list

Astiazarain, M. I. 1988. *Arquitectos Guipuzcoanos del Siglo XVIII*, 1. San Sebastian: Diputacion Foral de Guipùzkoa.

Astiazarain, M. I. 1988. *Arquitectos Guipuzcoanos del Siglo XVIII*, 2. San Sebastian: Diputacion Foral de Guipùzkoa.

Astiazarain, M. I. 1989. *El Santuario de Loyola*. San Sebastian: Diputacion Foral de Guipùzkoa.

Astrain, A. 1920. *Historia de la Compañia de Jesus en la Asistencia de España*, VI: 24–32. Madrid: Razón y Fe.

Aterini, B. 2002. La Stereotomia e i metodi di rappresentazione. *Materia e Geometria*, 12: 183–191.

Barbé-Coquelin De Isle, G. 1977. *Tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira,* 1–2. Albacete: Publicacion de la Caja de Ahorros Provinciales de Albacete.

Benincampi, I. 2015a. Gli archi del Santuario di Loyola. Le relazioni tra la progettazione romana e le pratiche costruttive spagnole. *ArcHistoR*, 4: 26–49.

Benincampi, I. 2015b. Il portico del Santuario di Loyola e la fortuna di un modello romano in Spagna. *Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura*, 63: 26–49.

Blasco Esquivas, B. 2004. Los Borbones y la renovaciòn de la arquitectura cortesana en España. In *Per la storia dell'arte in Italia e in Europa, Studi in onore di Luisa Mortari,* edited by M. Pasculli Ferrara, 390–399. Rome: De Luca.

Blasco Esquivias, B. 2006. «Ni fatuos ni delirante»s, José Benito Churriguera y el esplendor del barroco español. *Lexicon*, 2: 6–23.

Braun, J. 1913. *Spaniens alte Jesuitenkirchen*. Freiburg: Herder.

Coudenhove-Erthal, E. 1930. *Carlo Fontana und die Architektur de römischen Spätbarocks*. Vienna: Schroll.

Cabasés, F. J. 2001. *Introduccion al Santuario de Loyola, historia y descripcion de sus elementos para los compañeros huespedes de hogar primordiales y para los amigos de Loyola*. Loyola: Sanctuary of Loyola.

Calvo Lopez, J. 2009. El manuscrito Cerramientos y trazas de Montea de Gines Martinez de Aranda. *Archivo Español de arte*, 325: 1–18.

Castro Villalba, A. 1996, *Historia de la construccion arquitectonica*. Barcelona: UPC.

Crescenzi, C. 2002. Stereotomia, glossario. *Materia e geometria*, 12: 193–203.

De Hornedo, R. M. 1956. La Basilica de Loyola. *Miscelanea Comillas: revista de ciencias humanas y sociales*, 25: 383–430.

De Hornedo, R. M.; Eguillor, J. R.; Hager, H.; 1989. *Loyola, historia y arquitectura*. San Sebastian: ETOR.

De Hornedo, R. M. 1989a. La construccion del Real Colegio e iglesia de Loyola desde su comienzo en 1688 hasta su interrupcion en 1767, in *Loyola, historia y arquitectura*, edited by R. M. De Hornedo y J. R. Eguillor y H. Hager, 127–161. San Sebastian: ETOR.

De Hornedo, R. M. 1989b. La fundacion del real colegio e iglesia de San Ignacio de Loyola, in *Loyola, historia y arquitectura*, edited by R. M. De Hornedo y J. R. Eguillor y H. Hager, 67–77. San Sebastian: ETOR.

Defilippis, F. 2012. *Architettura e stereotomia*. Rome: Gangemi.

Eguillor, J. R. 1977. La intervencion de Joaquin de Churriguera en la construcción de la basilica de Loyola. *Boletin de la Sociedad Vascongada de Amigos de Pais*, XXXIII: 441–450.

Eguillor, J. R. 1982. El Santuario de Loyola, Sintesi historica. In *II Semana de Estudios de Historia Eclesiasticas del Pais Vasco*, 249–276. Vitoria: Facultad de Teologia.

Eguillor, J. R. 1989. Los Maestros Ibero de Azpeitia en la construccion del Santuario de Loyola, in *Loyola, historia y arquitectura*, edited by R. M. De Hornedo y J. R. Eguillor y H. Hager, 163–171. San Sebastian: ETOR.

Fontana, C. 1694. *Templum Vaticanum et ipsius origo*. Rome: typography Giovanni Francesco Buagni.

Garcia, R. 1866. *Noticia Historico-descriptiva del Colegio de Loyola*. Madrid: Imprenta y libreria de D.E. Aguado-Pontejos.

Garcia y Bellido, A. 1929. Estudios del barroco español. Avances para una monografia de los churrigueras. *Archivo español de Arte y Arqueologia*. V: 48–50 .

Guadalupi, G.; Gutierrez de Ceballos, A. R.; Berchez, J.; 2002. *El santuario de Loyola*. Bologna: F. M. Ricci.

Gutierrez De Ceballos, A. R. 1971. *Los Churriguera*. Madrid: Instituto Diego Velázquez del Consejo Superior de Investigaciones Cientificas.

Gutierrez De Ceballos, A. R. 2006. La arquitectura conventual, tipologias y espacios, in *Celosias, Arte y piedad en los conventos de Castilla-La Mancha durante el siglo de El Quijote*, 92–116. Toledo: Comunidad Castilla-La Mancha.

Hager, H. 1974. Carlo Fontana and the Jesuit Sanctuary at Loyola. *Journal of Warburg and Courtauld Institutes*, XXXVII: 280–289.

Kubler, G. 1957. *Ars Hispaniae: Arquitectura de los siglos XVII y XVIII*. Madrid: Editorial Plus-Ultra.

Palacios Gonzalo, J. C. 2003. *Trazas y cortes de canteria en el Renacimiento español*. Madrid: Munilla-Leria.

Pecoraro, I. 2005. I primi trattati di stereotomia e la loro influenza sull'architettura salentina di Età Moderna. In *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. (Cádiz, 27–29 january 2005), 841–849. Madrid: I. Juan de Herrera.

Rabasa Diaz, E. 2000. *Forma y construcción en piedra: de la canteria medieval a la estereotomia del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Schubert, O. 1908. *Geschichte des Barock in Spanien*. Stuttgard: Esslinges.

Sale, G. 2003. *Ignazio e l'arte de gesuiti*. Milano: Jaca Book.

Sugranyes, S. 1999. Le maestranze d'arte italiane nella Madrid dei primi Borboni. *Annali del Barocco in Sicilia*, 6: 87–91.

Aportación de Tomás Vicente Tosca al estudio de la escalera de caracol con ojo

Patricia Benítez Hernández
Mercedes Valiente López

Como ya se ha comentado en numerosas ocasiones, los textos y tratados de construcción son una de las fuentes de conocimiento más importantes para la Historia de la Construcción. Como parte de un trabajo de investigación más amplio centrado en la escalera de caracol con ojo, se ha analizado el tratado escrito por Tomás Vicente Tosca *Compendio Mathemático en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la Cantidad* publicado entre 1707 y 1715.

Los objetivos específicos del estudio han sido: (i) en primer lugar el estudio desde el punto de vista del confort y seguridad de uso, de las trazas que Tosca describe en su tratado sobre la escalera de caracol en general y el caracol con ojo en concreto; (ii) en segundo lugar su análisis comparativo con otros textos españoles que incluyen entre sus trazas dicha tipología de escalera circular. Todo ello con el objetivo general de contribuir al conocimiento de las formas en que se construyeron las escaleras de caracol, lo cual es esencial para el mantenimiento y rehabilitación de estos elementos.

Como queda comprobado en esta comunicación, Tosca no solo no aporta ninguna novedad ni suma aportación original alguna para el estudio de este tipo de escaleras, sino que la traza por él propuesta es transcripción literal de la contenida en el tratado «Arquitectura Recta y Oblicua» que Juan de Caramuel publica en 1678.

El tratado de Tomás Vicente Tosca

Thomas Vicente Tosca i Mascó nació en Valencia en el año 1651. Presbítero de la Congregación de San Felipe Neri de esa misma ciudad, Tosca fue un destacado matemático, físico, cartógrafo, teólogo, filósofo, astrónomo y arquitecto de finales del siglo XVII y comienzos del XVIII. Así mismo, fue miembro de los llamados «novatores» valencianos, que con el deseo de renovar las ideas y las prácticas científicas, emprendieron la tarea de difundir en la Península las novedades que comenzaban a aparecer en una incipiente Europa Ilustrada. En este contexto y con constantes referencias a otros autores, Tosca escribió entre 1707 y 1715 *Compendio Mathemático en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la Cantidad*, de cuya primera edición se conserva un ejemplar en la Biblioteca Nacional de España con la signatura 69453. Se trata de una extensa obra en nueve volúmenes en los que desde un punto de vista matemático, aborda temas tan dispares como geometría, música, máquinas, estática, óptica o incluso artillería. Para Tosca, el punto común que poseen todos estos temas es la Matemática, ya que ella es la que «averigua las fuerzas del ímpetu, las condiciones del movimiento, las causas, efectos y diferencia de los sones; la naturaleza admirable de la luz, las leyes de su propagación; levanta con hermosura los edificios; hace casi inexpugnables las Ciudades, ordena con admiración los ejércitos; y entre las confusas, e inconstantes olas del mar, abre ca-

minos, y sendas a los que navegan. Se remonta últimamente la Matemática hasta el Cielo, para averiguar la grandeza de los Astros» (1712, Introd.,1), en resumen, aviva «el ingenio,(...) y le hacen apto para aprender mejor las demás ciencias» (1712, Introd., 6).

El tomo V, escrito en 1712 y reeditado en varias ocasiones, comprende los temas relativos a Arquitectura Civil, Montea y Cantería, Arquitectura Militar y Pirothecnica y Artillería. Este trabajo se ha centrado en el análisis del tratado XV de la Montea y Cortes de Cantería incluido en el volumen V de su obra. En este tratado, Tosca recoge «lo más sutil y primoroso de la Arquitectura que es la formación de todo género de arcos, y bóvedas cortando sus piedras y ajustándolas con tal artificio que la misma gravedad y pesantez, que las había de precipitar hacia la tierra, las mantenga constantes en el aire sustentándose unas a las otras en virtud de la mutua complicación que las enlaza, con que cierran por arriba las fábricas con toda seguridad y firmeza» (1712, V: 81-82). El tratado está organizado a su vez en cinco libros, siendo el quinto «de las espirales, y de otros irregulares géneros de vueltas» (1712, V: 238) el que comprende la definición de las escaleras (figura 1).


LIBRO V.
DE LAS BUELTAS PARA Escaleras, y otros Arcos, y Bovedas irregulares.
PROP. I. Problema.

Figura 1
Tratado XV de la Montea y Cortes de Cantería (Tosca 1712, V) (Fuente: sedhc.es)

Es importante señalar que al igual que Fray Lorenzo de San Nicolás o Juan de Caramuel, y a diferencia de los primeros autores de este tipo de escritos como Alonso de Vandelvira o Ginés Martínez de Aranda el padre Tosca considera al caracol como parte de la familia de las escaleras (Benítez & Valiente 2015), y lo define como aquella que posee una planta circular en su «Proposición IV Explicanse las reglas que se deben observar en la fábrica de las escaleras»:

> Unas tienen planta rectilínea y se llaman Rectilíneas,...; otras son circulares, que vulgarmente llamamos caracoles, y suben seguidamente en forma de espira (Tosca 1712, V: 243).

Y como tal, siempre que sea posible, debe procurar cumplir una serie de leyes para que sean «descansadas, y garbosas», es decir, para que posea unas condiciones mínimas de confort y seguridad:

> Las leyes que deben observar para que sean descansadas, y garbosas, son las siguientes. 1. Que los escalones ni tengan notablemente más altura que de medio pie, ni menos que un tercio de pie. 2. De ancho han de tener casi el paso natural, y así no han de tener menos de pie y medio, ni tampoco conviene pasen notablemente de dicha medida. 3. Los grados sean nones, no pares, para que si al subir se pone el pie derecho en el primer escalón, que es lo más natural, con ese mismo se entre en el cuarto de arriba. 4. El número de gradas en cada ramo, o vuelo sean 7 o 9 porque con ello, ni se tarda mucho, ni se acelera sobrado el llegar al plano, que sirve de descanso. 5. El estilo ordinario es mover las escaleras hacia la izquierda del que sube, dirigiendo hacia aquel lado sus vuelos: y lo contrario suele tenerse por defecto (Tosca 1712, V: 243)

En esta Proposición IV y de nuevo como hicieran Fray Lorenzo y Caramuel, Tosca cita como única fuente de conocimiento a Andrea Palladio (Benítez & Valiente 2015).

Además de la Propos. IV, Tosca adjunta dos proposiciones del tipo problema sobre el trazado de caracoles:[1] «Propos. V Problema Trazar, y fabricar un caracol sin bóveda, fig. 78» (figura 2) y la «Propos. VI Problema Trazar un caracol circular, que suba for-



Figura 2
Lámina 17. Libro V del tratado XV. Tomo V. Tosca (1712) (Fuente: sedhc.es)

mando bóveda espiral y suspensa por la parte interior en el aire, fig. 79 y 80» (1712, V: 244-245).

Este trabajo se ha centrado en el análisis de la proposición V. En dicha proposición Tosca describe tanto el caracol de husillo como el caracol con ojo. Establece sus dimensiones generales –la caja de la escalera y la altura a salvar en una vuelta– y las dimensiones de la pieza del peldaño –los valores de la huella y la tabica– así como del área de apoyo de un peldaño sobre otro y la de apoyo en el muro de la caja exterior. Sin embargo, es importante señalar que, como previamente Caramuel, no hace referencia en ningún momento a la superficie del intradós del caracol lo que hace presuponer la resolución más sencilla con una superficie escalonada.

Al finalizar la segunda proposición, Tosca considera además las opciones oval y elíptica e incluso paralelepípeda como variantes de la caja circular que poseen los caracoles descritos en las proposiciones V y VI, pero estima que no es necesario aclarar de nuevo por resolverse de forma similar a los ya descritos:

> Así como en el caracol que se ha delineado es la planta circular, puede ser oval, o eliptica; puede también el caracol circular, o eliptico formarse dentro de un paralelepípedo; asi como los sobredichas se encierran en un cilindro; y porque las operaciones son las mismas, y se executan con el mismo orden, y reglas arriba dichas, no me detengo mas en este punto (1712, V:249).

Estudio y análisis comparativo de la traza propuesta

Para proceder al estudio del tratado de Tosca y facilitar su posterior análisis comparativo con otros tratados, se elaboró una ficha de síntesis normalizada. Esta ficha permitió identificar y extraer de cada texto la información más relevante necesaria para llevar a cabo este estudio, para a continuación contrastar los datos de los diferentes textos revisados.

Entre otros datos, la ficha comprende los parámetros que definen la geometría del volumen de la caja, así como de la pieza-peldaño cuya revolución genera este tipo de escaleras y que afectan directamente al nivel de confort y la seguridad de uso de las mismas. Ambas cuestiones son fundamentales a la hora de diseñar cualquier escalera. Dichos parámetros son: la altura libre, el número de peldaños por vuelta, sentido de giro de dichos peldaños, ancho de la huella (H), altura de la tabica (T), la relación entre estos últimos factores (H/T), la regularidad dimensional, la longitud de peldaño (Templer 1994).

Una vez reunida la información aportada por Tosca sobre el caracol con ojo, se procedió a su análisis comparativo con los textos de estereotomía españoles que incluyen la definición del caracol con ojo junto con la tradicional de husillo: Alonso de Vandelvira (1575-1580), Rodrigo Gil de Hontañón (1550-1580), Ginés Martínez de Aranda (1598-1608), Alonso de Guardia (c.1600), Fray Lorenzo de San Nicolás (1639), Joseph Gelabert (c.1653) (Rabasa Díaz 2011), Juan de Caramuel (1678), Juan de Portor y Castro (1708-1719), Juan García Berruguilla (1747) y Benito Bails (1783 y 1802).

Resultados sobre la geometría

Acerca de la forma de la caja cabe reseñar que Tosca es junto con Vandelvira y Portor y Castro el único autor que expresa la opción de ejecutar el caracol en ese esquema de planta. Y junto con Fray Lorenzo y Caramuel los que consideran la viabilidad de ejecutar sus trazas circulares de forma semejante en cajas elípticas. Aquí de nuevo puede verse la influencia de Palladio, quien previamente ya había conside-

rado dicha variante de las escaleras de caracol: «Las escaleras de caracol se construyen ya redondas ya elípticas (...)» (Palladio 1625).

Respecto a la geometría de la caja, Tosca al igual que previamente hiciera Caramuel, propone 14 pies para su dimensión interior. Esto supone un incremento mínimo de un 150% con respecto a las otras trazas analizadas. Como resume la figura 3, los resultados estimados del diámetro de la caja, confirman que si bien existe una gran variedad de dimensiones para la caja del caracol, éstas oscilan en su mayoría entre un valor mínimo de 4 pies y un valor máximo de 9 pies, siendo la más repetida la que posee el valor intermedio de los 6-6,5 pies de diámetro; si bien también puede apreciarsela tendencia general a ampliar dicha dimensión con el paso del tiempo.

Respecto a la dimensión del hueco interior y como ocurriera con el diámetro de la caja, Tosca sorprende de nuevo junto a Caramuel, pero esta vez con una proporción del ojo con respecto al diámetro de la caja (L), notablemente más pequeña que el resto de los autores (figura 4).

Respecto al sentido de giro del caracol y al igual que la amplia mayoría de los tratadistas Tosca plantea caracoles levógiros, es decir, aquellos que se generan por la rotación del peldaño en sentido contrario a las agujas del reloj. Sin embargo, como ellos tampoco lo manifiesta en el texto aclaratorio de la traza sino directamente en el dibujo

En lo relativo al número de peldaños por vuelta, ninguno de los autores determina un valor único. En general los tratadistas manifiestan la vinculación de este valor a la elección de la dimensión de la caja y

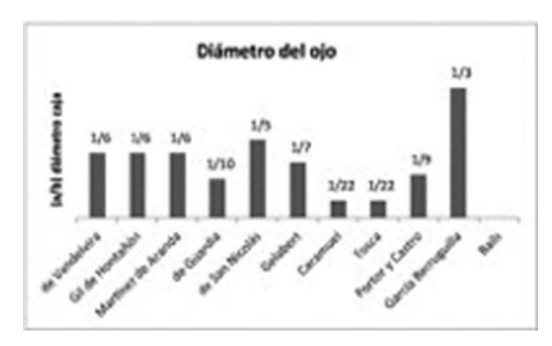


Figura 4
Relación entre los diámetros del ojo y de la caja (Autor: Patricia Benítez)

la limitación del ancho de la huella. Sin embargo todos ellos recomiendan unos valores, ya sea textual o gráficamente, los cuales han sido recogidos en la figura 5. Tosca coincide de nuevo con Caramuel en determinar 44 peldaños por vuelta. De nuevo en este punto ambos autores marcan una significativa diferencia, que es claramente consecuencia directa del gran tamaño de la caja por ellos establecida.

En cuanto a la longitud total del peldaño, puede observarse que Tosca, de nuevo junto a Caramuel, establece un valor de 3/7 del diámetro interior de la caja.

Si nos fijamos bien puede comprobarse que dicho valor, al igual que el del valor definido para el hueco interior, constituyen valores extremos en el conjunto de valores determinados por los tratadistas. Esto es debido a la relación inversamente proporcional que existe entre ambos conceptos. A igual tamaño de la

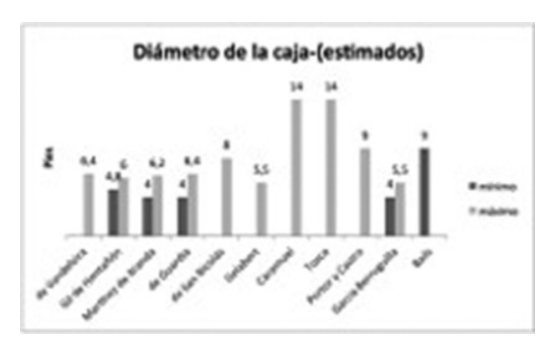


Figura 3
Valores estimados del diámetro de la caja (Autor: Patricia Benítez)

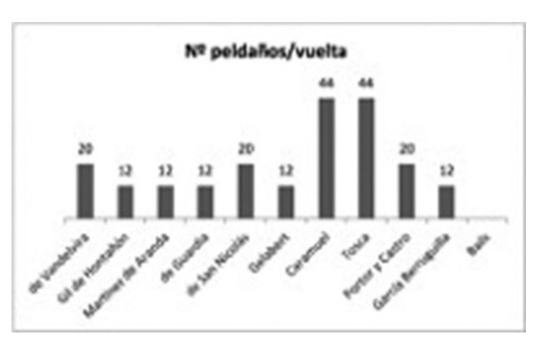


Figura 5
Peldaños por vuelta (Autor: Patricia Benítez)

caja, una menor dimensión del hueco interior implica una mayor longitud del peldaño, y viceversa.

Respecto al ancho de la huella, Tosca coincide con la mayoría de los autores en establecer 1 pie como la dimensión máxima medida junto a la caja exterior.

El otro valor que define la geometría del peldaño e interviene en el nivel de seguridad y confort de la escalera es la altura de la tabica. En este punto Tosca de nuevo repite los valores definido anteriormente por Caramuel y determina dicho valor en medio pie, al igual que hiciera Vandelvira.

Caramuel y su influencia en Tosca

Tras comprobar por una lado la enorme coincidencia en los valores asignados a los distintos parámetros geométricos propuestos por Tosca (1712) con los propuestos por Juan de Caramuel en su tratado «Arquitectura Recta y Oblicua» (1678), y por otro la ausencia de referencia alguna de Tosca al tratado de Juan de Caramuel, se procedió al análisis comparativo ya no de las fichas de síntesis elaboradas, sino de los textos aclaratorios y de los dibujos que definen cada una de las trazas. Esto arrojó uno de los resultados más sorprendentes que se pueden observar a la luz del estudio comparativo realizado: la enorme coincidencia existente entre las trazas definidas por Caramuel y Tosca (figuras 6 y 7). Este hallazgo confirma que Tomás Vicente Tosca transcribió de forma casi literal el texto aclaratorio, así como reprodujo de forma casi exacta el dibujo del caracol incluido en el tratado de Caramuel.

El estudio comparativo demuestra, que Tosca difiere de Caramuel tan solo en cuatro puntos:

- expresa explícitamente la dimensión del hueco interior que ya se encontraba de forma implícita en el texto de Caramuel.
- menciona expresamente la disposición radial de los peldaños con una breve alusión a que los lados «vayan al centro» designado con una nueva letra, «L». Dicha disposición era evidente de acuerdo al dibujo de Caramuel.
- agrega un nuevo párrafo aludiendo a la firmeza y estabilidad de estas escaleras.
- elimina la referencia a la luz y las ventanas a las que aludía Caramuel (1678): «(...) no habrá pilar que en medio estorbe la luz, que dieren las ventanas(...)».

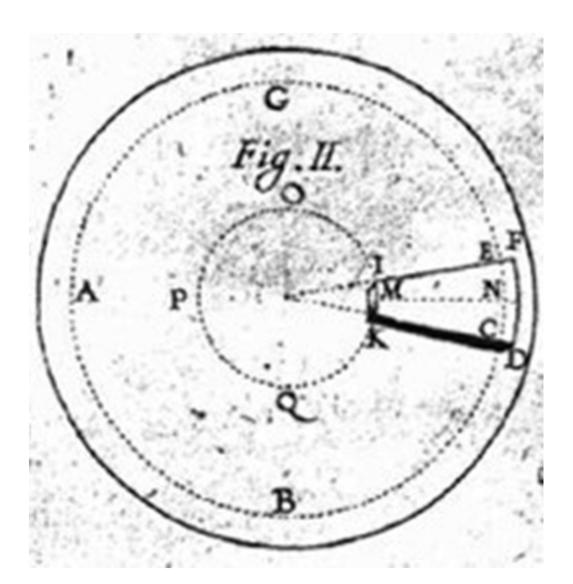


Figura 6
Dibujo propuesto por Caramuel (1678)

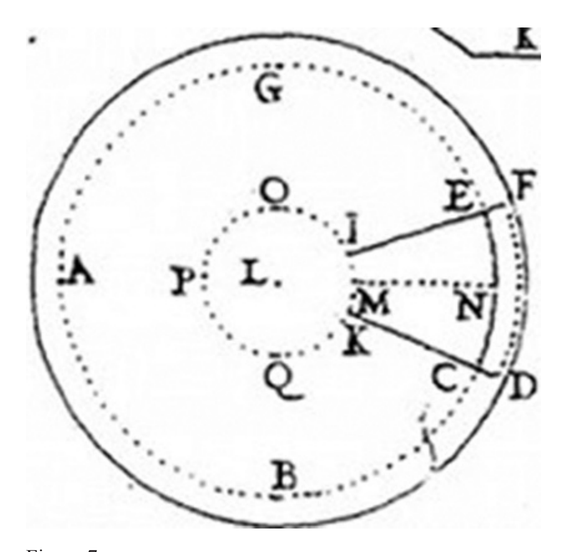


Figura 7
Dibujo propuesto por Tosca (1712)

A continuación puede observarse en cursiva el texto escrito por Tosca coincidente casi de forma literal con el escrito por Caramuel.

Texto aclaratorio de Caramuel

Yo en la Lam XXVIII. Fig. 2. le delineo de este modo.

El círculo ABGA, representa el cóncavo del caracol. Tenga esta circunferencia 44 pies; luego el diámetro tendrá 14. Mando labrar la piedra IFDK; que tenga de I a E seis pies. De E a F un pie; y de E a N, o de N a C otro pie, y de grueso medio pie. Describo en ella el arco EC y la línea MN. Si mando labrar 44 piedras, como esta, tendré suficientes para que mi caracol de una vuelta, porque todas son de la misma figura. En todas hago señalar el arco EC, y la línea MN porque son necesarias. El asentarlas es muy fácil. Póngase la primera piedra en el suelo, de modo que por todo un pie (EF y CD) entre en el muro, que se puede ir fabricando juntamente. La segunda piedra se ponga de manera, que su borde KC caiga sobre la línea MN de la segunda y así hasta el fin. Los escalones en CN tendrán de ancho un pie. Y haciéndose unos balaustres de yerro que sigan la vuelta de los escalones según el círculo PQMO no habrá pilar que en medio estorbe la luz, que dieren las ventanas. Con 44 escalones, quitando medio pie, que ellos tienen de grueso, habrá entre una vuelta y otra pies 21 1⁄2 De alto; que bastarán para que sea esta escalera majestuosa. (Caramuel, 1678)

Texto aclaratorio de T. V. Tosca

PROP. V Problema

Trazar, y fabricar un caracol sin bóveda fig. 78

1. Aunque estas escaleras circulares no sean hermosas pero su fábrica lleva mucho ingenio, y artificio. Este modo primero de fabricarlas no es el más ingeniosos, por carecer de la bóveda espiral, de que trataremos luego. «Sea, pues, el circulo ABGA el cóncavo del caracol, y el otro circulo exterior su convexo. Tenga la circunferencia interior, o cóncava 44 pies, y por consiguiente el diámetro AN tendrá 14 pies: lábrese, pues, la piedra IFDK, que tenga de I a E seis pies, de E a F un pie: y de E a N ú de N a C otro pie; y de grueso medio pie; y de los lados FI, DK vayan al centro L: desde el cual se describirá en ella el arco EC, señalando juntamente la línea MN. Lábrense en esta forma 44 piedras, y estas serán las bastantes para que el caracol de una vuelta; cuidando de señalar en todas el arco EC y la línea MN, porque son necesarias».

1.1 «El asentarlas es muy fácil. Póngase la primera piedra en el suelo, de modo que la porción EFCD entre en el muro, que se puede ir fabricando juntamente. La segunda piedra se pondrá sobre la primera, de suerte, que su borde caiga sobre la línea MN de la primera, y así hasta el fin: con lo cual tendrán los escalones en CN de ancho un pie»; y en medio quedará vacío el círculo PQMO de dos pies de diámetro. «Y como los 44 escalones que componen una vuelta, tengan de alto medio pie, ocuparan 22 pies; y quitando medio pie del primer escalón habrá entre una vuelta, y otra 21 pies y medio, altura bastante para que ésta escalera sea majestuosa». La firmeza de estas escaleras consiste en lo que entran las piedras en el muro, y en que las unas sirvan de lecho, en que descansen las otras; pero frecuentemente para su mayor estabilidad se fabrica de suerte, que extendiéndose cada piedra a formar un círculo igual al OPQM, viene a formar un pilar en medio (Tosca 1712, V: 244-245)

Conclusiones

Es llamativo que a pesar de la enorme semejanza entre el tratado de Tosca y el de Caramuel, el primero omitiera cualquier referencia al segundo. No es la primera vez que esto ocurre. El profesor Navascués ya puso de manifiesto la obvia semejanza e incluso copia literal entre ciertas partes del tratado de Benito Bails y el tratado de Frezier (Navascués 1983, 73), o las enormes coincidencias entre Hernán Ruiz y famosos autores italianos como Alberti o Serlio (Navascués 1974, 3). En ambos casos los autores principales omitieron referenciar sus fuentes. Este nuevo caso entre Tosca y Caramuel, contribuye a demostrar por un lado (i) lo habitual que dicha práctica llegó a ser, sobre todo durante el s.XVIII y en segundo lugar (ii) evidencia la pobre aportación de Tosca en el caso concreto del caracol con ojo.

Notas

1. En la página 9 de la Introducción de «Compendio Mathemático en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la Cantidad» el Padre Tosca define los términos proposición y problema: «Proposición es un nombre general, y significa aquí cualquier conclusión de la ciencia, que proponemos para probarla por sus principios. De las proposiciones, unas son theoremas y otras Problemas (...). Problema es una proposición práctica, que propone el modo de hacer alguna cosa; como la que enseña a dividir una línea en dos partes iguales». (Tosca 1712)

Lista de referencias

Aguirre, J. d. c.1600. *Manuscrito de arquitectura y cantería*. Madrid: BNE Biblioteca Digital Hispánica. Mss/12744.

Bails, B. 1783. *Arquitectura Civil. Elementos de Matemáticas*. Madrid: D. Joaquín Ibarra. IX.

Bails, B. 1802. *Diccionario de Arquitectura Civil*. Madrid: Viuda de Ibarra.

Benítez, P. and M. Valiente. 2015. Fray Lorenzo de San Nicolás: el caracol con ojo de solución no radial (Segovia). En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primero Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, Segovia 13 al 17 de octubre de 2015 (1:211-220). Segovia: Instituto Juan de Herrera.

Caramuel Lobkowitz, J. 1678. *Arquitectura Civil Recta y Oblicua*. Vegeven: Imprenta Obispal por Camillo Corrado.

García Berruguilla, J. 1747. *Verdadera practica de las resoluciones de la geometría sobre las tres dimensiones para un perfecto architecto: con una total resolución para medir, y dividir la planimetría para los agrímesores...su autor el Maestro Juan García Berruguilla, el Peregrino*. Madrid: Imprenta de Francisco Lorenzo Mojados.

Martínez de Aranda, G. 1986. *Cerramientos y trazas de montea*. Manuscrito c.1600. Biblioteca Central Militar. Ms-457.

Palladio, A. 1625. *Libro primero de la Arquitectura de Andrea Palladio. Que trata de cinco órdenes para fabricar y otras advertencias*. Traducido del Toscano al Castellano por Francisco de Praves, Arquitecto y Maestro mayor de Su Majestad. Vallladolid: Ivan Lasso. BNE Biblioteca Digital Hispánica.

Portor y Castro, J. d. 1708. *Cuaderno de Arquitectura*, BNE Biblioteca Digital Hispánica. Mss / 9114.

Rabasa Díaz, E. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert titulado Vertaderas traçes del Art de picapedrer: transcripción, traducción, anotación e ilustración del texto y los trazados*. Palma de Mallorca: Col-legi Oficial d´Arquitectes de les Illes Balears, Fundación Juanelo Turriano.

San Nicolás, F. L. d. 1639. *Arte y Uso de Architectura. Compuesto por Fr. Laurencio de S Nicolas, Agustino Descalço, Maestro de obras.*

Templer, J. 1994. *The Staircase: Studies of Hazards, Falls and Safer Design*, Cambridge, Mass: MIT Press.

Tosca, T. V. 1712. *Compendio mathemático: en que se contienen todas las metrias mas principales de las ciencias que tratan de la cantidad que compuso...Thomas Vicente...presbitero de la Congregación del Oratorio de S. Felipe Neri de Valencia*. Valencia por Vicente Cabrera.

Vandelvira, A. d. 1646. *Libro de cortes de cantería de Vande Elvira, arquitecto; sacado a la luz y aumentado por Philipe Lázaro de Goiti, arquitecto, ...* BNE Biblioteca Digital Hispánica, Mss/12719

Reglas empíricas tradicionales para el dimensionamiento de elementos estructurales en edificios de fábrica góticos y su aplicación a una catedral existente

María Ángeles Benito Pradillo

Los antiguos constructores, arquitectos e ingenieros empleaban reglas empíricas para el dimensionamiento de los elementos estructurales de sus edificios de fábrica. Estas reglas tuvieron gran difusión tanto cronológica como geográficamente. Aunque las primeras pruebas documentales datan del siglo XV es probable que su origen se remonte a la antigüedad clásica y su utilización se prolonga hasta el primer cuarto del siglo XX.

> Resulta evidente que estas grandes obras del pasado no fueron hechas por aficionados; la sabia disposición de sus formas, su estructura interna, su construcción, manifiestan una seguridad y una maestría que sólo puede ser el fruto de un profundo conocimiento de la mecánica de las fábricas. Antes del cálculo científico hubo otro cálculo, un cálculo tradicional fruto de otra teoría de las estructuras de fábrica (Huerta 2004).

La gran mayoría de estas reglas son proporcionales, conducen a formas semejantes en sentido geométrico. Podríamos decir que los antiguos constructores creían implícitamente en la existencia de una ley de semejanza. Una forma estructural válida es correcta independientemente de su tamaño, y es precisamente una adecuada geometría la que asegura la estabilidad de las obras de fábrica.

> Sin embargo Galileo Galilei (1564–1642) expone en lo que se ha denominado la ley del cubo-cuadrado que mientras el peso crece al cubo la resistencia, al tratarse de elementos tridimensionales; la resistencia crece más lentamente con el cuadrado de la sección, luego no puede aplicarse a las estructuras relaciones de proporcionalidad.

Huerta ha demostrado al investigar sobre la validez del cálculo tradicional aplicando la teoría del análisis límite que de hecho se han utilizado reglas de proporcionalidad. A pesar de las demostraciones de Galileo los maestros góticos utilizaban reglas proporcionales como podemos observar en tratados y documentos. Por otra parte acercándonos a edificios construidos podemos observar como estructuras análogas de distinto tamaño permiten ver que existe una semejanza geométrica, tanto en las estructuras góticas como en otras épocas históricas.

La geometría en el gótico

Con la caída del Imperio Romano se produjo un retroceso en la técnica de la construcción en Europa, especialmente por su imperfección geométrica. Las reglas de geometría aplicadas por romanos y bizantinos, procedentes de la geometría griega se perdieron; esto se hace especialmente patente en el románico. La aparición del gótico va acompañada de un mayor dominio de la geometría. En palabras de un maestro cantero inglés alrededor de 1400:

> No te extrañes si te digo que toda ciencia vive entera de la ciencia de la geometría. Porque no hay ni artificio, ni herramienta que esté hecho por la mano del

> hombre sino que todos están hechos por geometría… Porque si un hombre trabaja con sus manos trabaja con algún tipo de herramienta y no hay ningún instrumento material en este mundo que no provenga de algún tipo de tierra y a la tierra volverá otra vez. Y no hay ningún instrumento, esto es, una herramienta para trabajar que no tenga alguna proporción más o menos. Y la proporción es medida, y la herramienta o instrumento es tierra. Y la geometría, se dice, es la medida de la tierra, por tanto puedo afirmar que todos los hombres viven por geometría.[1]

Los maestros góticos no sólo utilizaban la geometría en la decoración y el proyecto formal, sino también la aplicaban a casos prácticos de replanteo, construcción y proyecto estructural. La idea de que la geometría era empleada por los constructores góticos únicamente con fines decorativos o artísticos, tratando de buscar un ideal de belleza basada en un conocimiento esotérico y misterioso, tiene su origen en los tratados románticos de final de siglo sobre la arquitectura gótica. Los estudios de Frankl 1960, Ackerman1949, Shelby 1961 y Müller 1973, han puesto de manifiesto que los constructores góticos empleaban también la geometría aplicándola a casos prácticos de replanteo, construcción y diseño estructural.

Cualquier construcción con un cierto grado de complejidad evidencia la existencia de una teoría y esto podemos aplicarlo especialmente en el gótico. Debían existir reglas y preceptos que recogieran la experiencia acumulada. Han llegado hasta nosotros reglas del gótico tardío alemán que recogen uno de los temas principales del sistema gótico: resistir el empuje de las bóvedas de crucería.

Sabemos que la forma de transmisión de conocimientos en la época gótica se producía de forma vivencial y se tenía mucho empeño en guardar de forma secreta las reglas y procesos constructivos en las logias de los canteros; como forma de evitar el intrusismo y el plagio. Quizás sea por eso por lo que no aparecen en ningún dibujo o manuscrito hasta el gótico tardío, cuando el cambio cultural y finalmente la imprenta hicieron imposible seguir manteniendo el secreto. Así, algunas reglas para el cálculo de estribos que aparecen en tratados del Renacimiento e incluso de la época barroca, tienen un origen incuestionablemente gótico; las proporciones de estribos obtenidas de su aplicación son góticas y serían insuficientes para las bóvedas de cañón típicas del Renacimiento y barroco.

Fuentes elegidas

Utilizaremos los tratados españoles del s. XVI de Rodrigo Gil de Hontañón, Martínez de Aranda y Hernán Ruiz y los tratados del gótico tardío alemán. Centrando el problema estructural de la construcción de fábrica gótica en resistir el empuje de las bóvedas colocando adecuados contrarrestos, vamos a estudiar las reglas tradicionales.

En primer lugar se estudian las reglas incluidas en el tratado de Rodrigo Gil de Hontañón referente a pilares, estribos, nervios y claves. Después se estudian las reglas góticas para el cálculo de estribos extraídas de los tratados españoles del s. XVI de Martínez de Aranda y Hernán Ruiz, y encontradas también en tratados posteriores. Estas reglas se conocen como Regla geométrica 1 y Regla geométrica 2 para el cálculo de estribos góticos. Para los dos casos se comprueba si se cumplen en el caso particular de la catedral de Ávila

Rodrigo Gil de Hontañón

Rodrigo Gil de Hontañón (1500–1577) arquitecto español especialmente destacado del siglo XVI. Hijo de Juan Gil de Hontañón, su familia fue de constructores durante varias generaciones; por tanto heredó la tradición constructiva gótica. La experiencia acumulada procedente de la tradición gótica y sus propias observaciones y reglas quedaron registradas en un tratado manuscrito que no llegó a publicar. No se conserva el original que aparentemente permaneció en la fábrica de la catedral de Salamanca. Antes de desaparecer fue copiado en 1681 por Simón García, que lo incluyó en su Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos, formando los seis primeros capítulos; también se le atribuyen una ilustración al final del capítulo 16 y el capítulo 75.

Vamos a analizar específicamente el *Trazado para una iglesia de tres naves*, tantos en sus dimensiones generales como el las dimensiones de pilares y estribos.

El manuscrito trata de diferentes aspectos sobre la composición de los Templos, tratando de establecer sus proporciones y dimensiones correctas. El método empleado por Rodrigo Gil es muy sistemático. En primer lugar calcula la superficie que ha de tener la iglesia, en función del número de habitantes, el tama-

ño de la sepultura y de una previsión del crecimiento de la población. Conocida la superficie, pasa a determinar las trazas generales del templo, la malla geométrica en la que se sitúan pilares, paredes y estribos. Para ello emplea dos métodos: uno clásico, basado en la doctrina de las proporciones del cuerpo humano de Vitruvio, y otro gótico mediante trazados geométricos. Al primero lo denomina *por analogía*, al segundo *por ieometria*. Definida la traza general del templo, aplica una serie de reglas o fórmulas para dimensionar los elementos estructurales: pilares, estribos, bóvedas y torres (figura 1). Citamos el texto para el trazado para una iglesia de 3 naves:

> Base del trazado: el ancho total BB disponible. Fórmese sobre él un cuadro, BBDD, trácense las diagonales, y darán en O el centro del crucero. Divídase BD en cuatro partes y tómese una, de D a G. Desde el punto A (punto medio de BB), trácese AC, y dará, en el encuentro con la línea LL del crucero, el punto F, que marca el ancho total de la nave del centro. Únase el punto B con el E (medio del lado DD) y prolongando la línea BE dará, en su encuentro M con la BD prolongada, el largo total de la iglesia. Únase A con P y la prolongación da R; desde E, como centro, traza RS y dará en S el tramo primero de la nave.

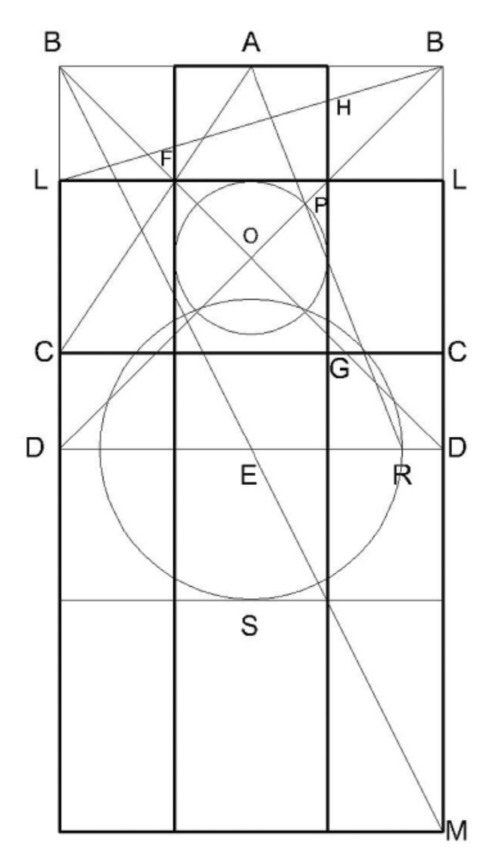


Figura 1
Trazado geométrico de una iglesia de tres naves según descripción de Rodrigo Gil de Hontañón en el Compendio de Simón García (Benito 2011)

Se aplica este esquema a la planta de la catedral de Ávila y vemos cómo se ajusta bastante excluyendo la cabecera y el último tramo de los pies, pórtico de entrada; así como el claustro o las capillas añadidas posteriormente (figura 2).

Una vez establecidas las proporciones generales del templo, relación entre las medidas de las naves y su altura. La regla permite obtener el diámetro del pilar en su base, se obtiene en función de las dimensiones de un tramo de bóveda y de la altura hasta el arranque de los arcos. En el tratado la regla está expresada en base a un ejemplo de aplicación, Huerta (2004) la expresa algebraicamente:

$$d = \frac{1}{2}\sqrt{(h+l+a)}$$

donde d = diámetro del pilar, h = altura de la nave, l= luz de la nave; a =longitud del tramo. La regla no es

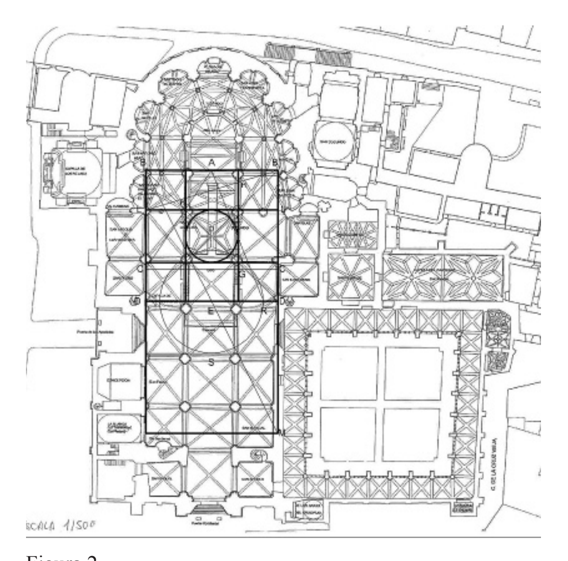


Figura 2
Aplicación del trazado sobre la planta de la catedral de Ávila (Benito 2011)

dimensionalmente correcta, es necesario para obtener resultados válidos entrar en pies castellanos (1 pie = 0,28m).

Comprobamos para los pilares del crucero en el catedral de Ávila y vemos cómo el valor del diámetro se asemeja al diámetro de los pilares. Considerando h = 90 pies castellanos y l = a = 35 pies castellanos, obtenemos un diámetro de 6,32 pies castellanos ≈ 1,77 m.

Para hallar el valor del estribo la regla es mucho más compleja que la anterior. Se calculan las semilongitudes de todos los nervios que acometen al estribo, excepto los formeros: perpiaños, terceletes y cruceros. Expresado algebraicamente en Huerta (2004)

$$e = \tfrac{2}{3}\sqrt{(h+\tfrac{2}{3}\sum ni)} \quad \text{y} \quad a = \tfrac{1}{3}\sqrt{(h+\tfrac{2}{3}\sum ni)}$$

donde e = espesor del estribo en su parte superior; a = anchura del estribo, h= altura del estribo; ∑ni= suma de la mitad de las longitudes de los nervios que acometen al estribo, desde los arranques hasta la clave.

Se comprueba a continuación el estribo correspondiente a las tres secciones del cuerpo de las naves, teniendo en cuenta que son secciones características góticas. Se calculan las dimensiones del estribo para este tramo del cuerpo de las naves, considerando el lado norte y el lado sur de forma separada al tener distinta altura, obtenemos los siguientes resultados (Tabla 1,2 y 3):

Después de haber dado reglas para dimensionar pilares y estribos, pasa a considerar los elementos estructurales de las bóvedas: claves y nervios. Éstos deben tener las dimensiones correctas porque de no ser así la bóveda puede hundirse y este colapso se produce en general por la insuficiente estabilidad de la bóveda en el momento del descimbramiento.

Para dimensionar los nervios establece una analogía con los dedos de la mano (figura 3); el arco perpiaño es el pulgar, los terceletes están representados por el índice y el anular, el crucero por el corazón y el formero por el meñique. Basándose en esta analogía y dividiendo por dos, «porque una mano mide lo mismo que un rostro y en una nave caben dos rostros» obtiene las proporciones para cada uno de los nervios. Si las expresamos de forma algebraica en función de la luz del tramo serían: arco perpiaño l/20; arco crucero l/24, terceletes l/28 y arco formero l/30.

SECCIÓN 1 CUERPO DE NAVES			
LADO NORTE		LADO SUR	
h =	25,11	h =	23,75
crucero =	16,56	crucero =	15,82
perpiaños =	11,38	perpiaños =	11,41
∑ nervios =	22,25	∑ nervios =	21,525
e= ⅔√ (h+⅔∑ni)		e= ⅔√ (h+⅔∑ni)	
e=	**4,21**	**e=**	**4,12**
a = ⅓√ (h+⅔∑ni)		a = ⅓√ (h+⅔∑ni)	
a=	**2,11**	**a=**	**2,06**

Tabla 1.
Valores de los estribos correspondientes a la sección 1 del cuerpo de naves, la sección más cercana al crucero (Benito 2011)

SECCIÓN 2			
LADO NORTE		LADO SUR	
h =	24,85	h =	22,05
crucero =	16,36	crucero =	14,05
perpiaños =	11,28	perpiaños =	11,05
∑ nervios =	27,64	∑ nervios =	25,1
e= ⅔√ (h+⅔∑ni)		e= ⅔√ (h+⅔∑ni)	
e=	**4,39**	**e=**	**4,15**
a = ⅓√ (h+⅔∑ni)		a = ⅓√ (h+⅔∑ni)	
a=	**2,19**	**a=**	**2,08**

Tabla 2
Valores de los estribos correspondientes a la sección 2 del cuerpo de naves (Benito 2011)

SECCIÓN 3 CUERPO DE NAVES			
LADO NORTE		LADO SUR	
h =	25,68	h =	23,14
crucero =	15,56	crucero =	15,59
perpiaños =		perpiaños =	
∑ nervios =	15,56	∑ nervios =	15,59
e= ⅔√ (h+⅔∑ni)		e= ⅔√ (h+⅔∑ni)	
e=	**4,00**	**e=**	**3,86**
a = ⅓√ (h+⅔∑ni)		a = ⅓√ (h+⅔∑ni)	
a=	**2,00**	**a=**	**1,93**

Tabla 3
Valores de los estribos correspondientes a la sección 3 del cuerpo de naves (Benito 2011)

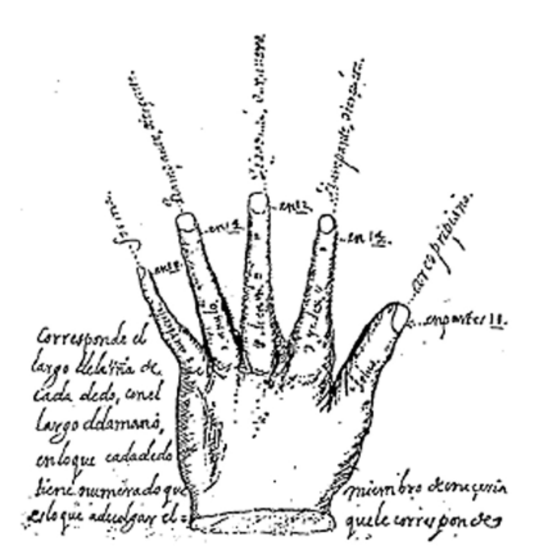


Figura 3.
Dibujo donde se muestra la de analogía entre los dedos de la mano y los nervios de una bóveda de crucería (García

Rodrigo Gil especifica que esta es la fórmula para cuando la altura de los pilares es igual a la luz del tramo; si esta altura es mayor o menor se aumentará o disminuirá el espesor de los nervios en la misma proporción.

Aplicamos esta regla en el segundo tramo de la zona sur de la girola, cuya geometría exponemos en la figura 4.

Aplicando las reglas propuestas por Rodrigo Gil obtenemos los siguientes resultados, tabla 4.

El espesor de los arcos cruceros se aproxima al espesor obtenido siguiendo las reglas propuestas por Rodrigo Gil, multiplicando por un factor obtenido de la diferencia entre la luz y la altura de pilares (Hp/l). Para los arcos perpiaños también se asemeja el espesor del valor real al obtenido según Rodrigo Gil.En el caso de los arcos formero vemos que no se cumplen las medidas siguiendo la propuesta de Rodrigo Gil. El arco formero que separa del presbiterio es mucho mayor debido a que recibe en su cerviz la carga de la bóveda sexpartita y el arco exterior necesita mayor espesor porque recibe la carga de la fortificación del Cimorro. Sólo el arco formero 2 se ajusta relativamente a las medidas propuestas por Rodrigo Gil, aunque también es mayor, ya que estas bóvedas reciben el peso de la tribuna sobre ellas.

Regla geométrica nº 1 para cálculo de estribos

Esta regla aparece en distintos tratados y manuscritos de cantería de los siglos XVI y XVII; fue impresa en el tratado de cantería de Derand de 1643 y ci-

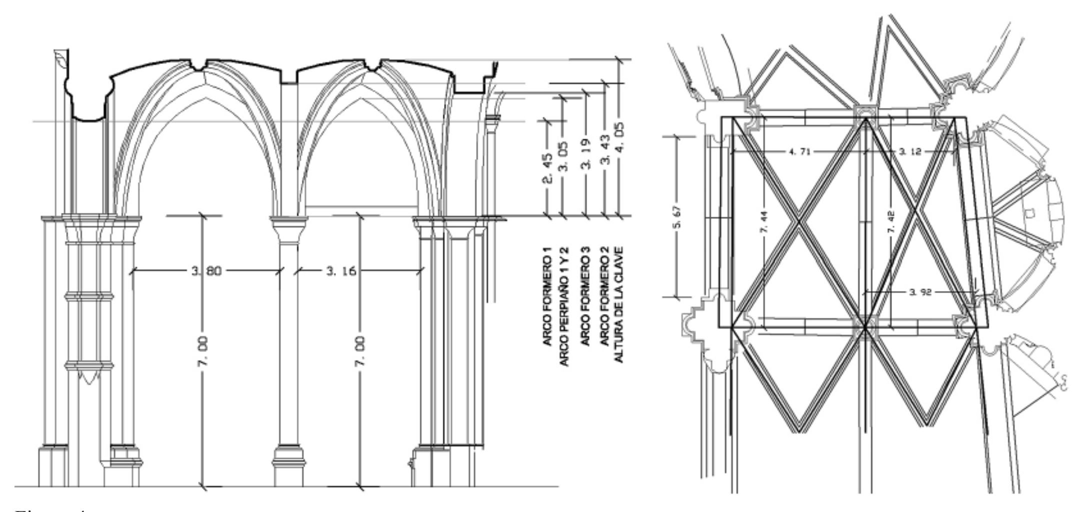
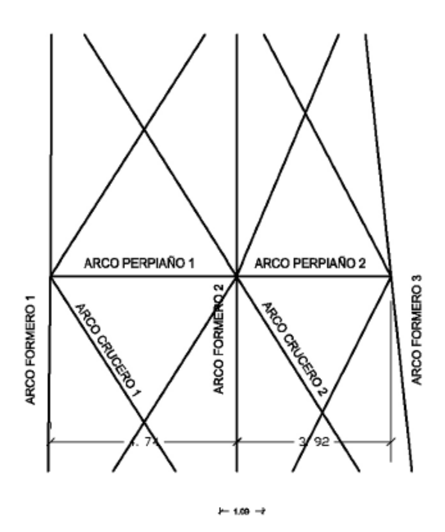


Figura 4
Sección y planta donde se detalla la geometría correspondiente al segundo tramo del lado sur de la girola (Benito 2011)



NERVIOS DEL 2º TRAMO SUR EN LA GIROLA		
	Nave INT	Nave EXT
Altura pilar (Hp) =	7,00	7,00
Luz (l) =	4,71	3,92
Hp / l	1,49	1,79
Perpiaño l/20 =	0,35	0,35
Crucero l/24	0,29	0,29
Formero l/30	0,23	0,23

Tabla 4
Espesores de los nervios del segundo tramo sur en la zona de la girola (Benito 2011)

tada en el perdido tratado de cantería de Baccojani[2] de 1546. Bajo una construcción geométrica distinta vuelve a aparecer en el tratado de Martínez de Aranda[3] hacia 1590. Enunciaremos a continuación su explicación según Derand, según Baccojani y Martínez de Aranda.

Derand cita la regla en el capítulo VI de la primera parte en un apartado titulado «Traza del empuje de las bóvedas, en el que se ven los espesores que deben los muros y arbotantes que las soportan».

La regla consiste en tomar el arco perpiaño del tramo, dividir su intradós en tres partes y unir una de ellas con el arranque; se prolonga un segmento de igual longitud y su extremo da en el borde exterior del estribo, como se muestra en la figura 5. Está enunciada de la siguiente forma:

> Sea la bóveda de medio punto ABCD … divídase en tres partes iguales por los puntos B y C, y por uno de los tercios, por ejemplo CD, trácese la línea recta CDF, y tomando el mismo punto D como centro, y abriendo el compás como la cuerda CD, trácese por debajo del arco EF. Y por el punto F, donde el citado arco corta a la línea CF, trácese el plomo FG por fuera del muro, que debe soportar la bóveda ACD; así el espesor del muro estará comprendido entre las líneas EH y FG, y aquél será suficiente para resistir el empuje de la bóveda como hacen ver la práctica y la evidencia.

Hace referencia en primer lugar a un arco de medio punto y posteriormente para arcos rebajados y peraltados. El arco rebajado es el que precisa un mayor estribo, después del de medio punto y por último el peraltado: «Si las bóvedas son rebajadas […] el muro será más grueso; y esto es preciso pues el empuje de

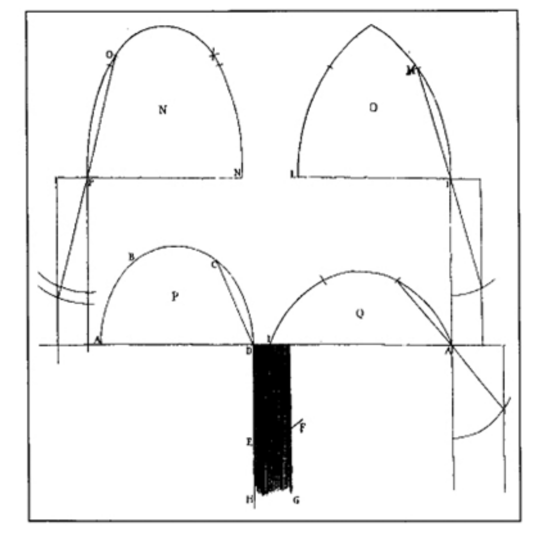


Figura 5
Interpretación de la Regla geométrica nº 1 (Derand 1643)

estas bóvedas es mayor que el de las de medio punto, y mucho mayor que el de las bóvedas peraltadas o apuntadas como puede verse en las trazas».

Finalmente añade que «no es necesario que los antedichos espesores hallados por la práctica… se mantengan en toda la extensión de los muros que soportan las bóvedas: bastará con mantenerlos en el lugar de los arcos principales (transversales), donde formarán unos salientes, que reciben corrientemente el nombre de estribos».

Esta regla tiene que referirse a construcciones góticas por dos motivos, en primer lugar porque hace referencia a arcos apuntados que no serán utilizados en el renacimiento ni en el barroco y además el espesor de estos estribos es insuficiente para soportar el empuje producido por bóvedas de cañón con lunetos típicos del renacimiento y barroco.

Baccojani publicó anteriormente la regla en 1546; el tratado se ha perdido y encontramos una referencia a él en el tratado de carpintería de Schübler de 1731, se muestra en la figura 6. La regla aparece entre otras construcciones geométricas para hallar el estribo de las bóvedas de los puentes.

Martínez de Aranda en la primera parte de su manuscrito, fechado a finales del siglo XVI, sobre el arte de la cantería trata de arcos y presenta un primer apartado titulado *Difinitiones*, donde expone diversas construcciones y entre ellas aparecen las reglas para dimensionar estribos y arcos.

La regla dice: «se divide el arco en tres partes iguales por dos puntos y se proyecta uno de ellos sobre la línea de los arranques; la distancia entre el punto de proyección y el arranque más próximo nos da el espesor que debe tener el estribo» (figura 7).

La regla geométrica nº 1 se empleó probablemente en la época gótica para el cálculo de los estribos, y tanto Viollet-le-Duc (1854) como Ungewitter (1859) la citan en este sentido. Se ha aplicado a distintos edificios, como la Catedral de Gerona y la Sainte-Chapelle de París y vemos que las proporciones concuerdan. Esto no significa que la regla se haya aplicado en su construcción pero sí demuestra su carácter gótico.

Aplicamos a continuación la Regla Geométrica 1 a las tres secciones del cuerpo de las naves y las dos secciones características del Cimorro, figuras 8, 9 y 10. Consideramos el espesor necesario del estribo aplicando la regla al arco perpiaño. Vemos cómo se ajusta, en el contrarresto del empuje de la bóveda central, y sin embargo, en las naves laterales, el estribo construido es mucho mayor del necesario para contrarrestar el empuje de la bóveda de la nave lateral todos los casos.

También hemos realizado el análisis considerando los arbotantes como arcos y calculando el espesor

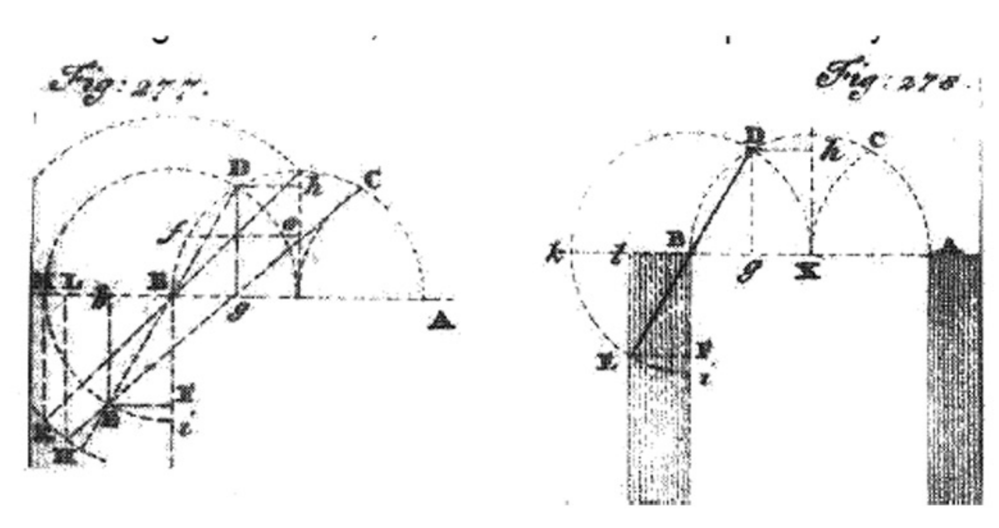


Figura 6
Interpretación de la Regla geométrica copiada del desaparecido tratado de Baccojani 1546 (izda) y la misma regla recogida en el tratado de Sturm 1710 (dcha). Recogidas en el Tratado de Carpintería de Schübler de 1731.

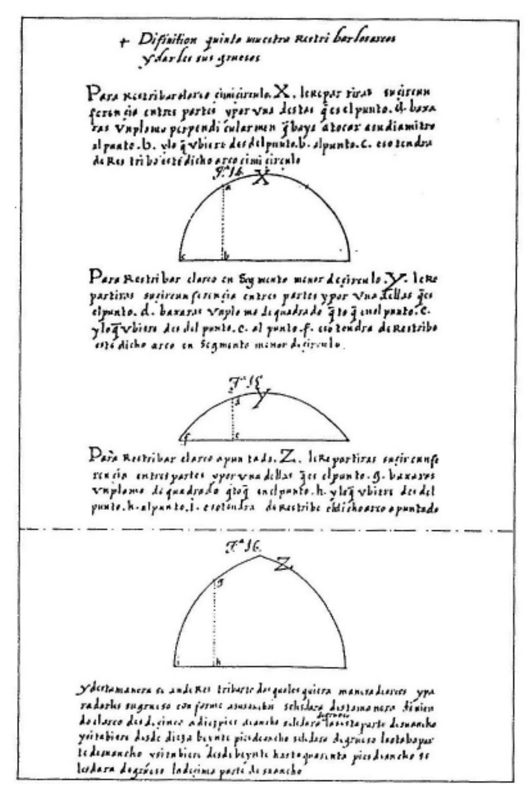


Figura 7
Dibujos y textos de manuscrito de Martínez de Aranda sobre el cálculo de los estribos (Martínez de Aranda, finales s. XVI, publicado en 1986)

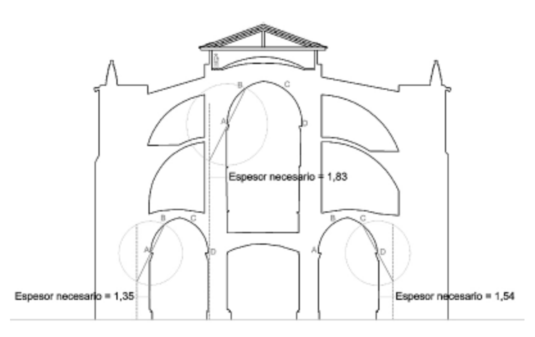


Figura 8
Aplicación de la regla geométrica nº 1 a la sección transversal 1 del cuerpo de las naves en la Catedral de Ávila (Benito 2011)

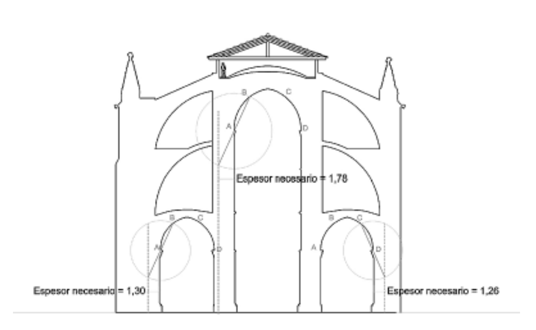


Figura 9
Aplicación de la regla geométrica nº 1 a la sección transversal 2 del cuerpo de las naves en la Catedral de Ávila (Benito 2011)

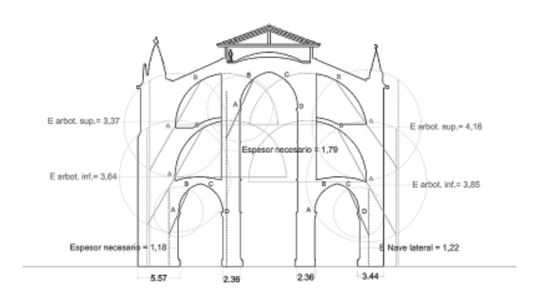


Figura 10
Aplicación de la regla geométrica nº 1 al la sección transversal 3 del cuerpo de las naves en la Catedral de Ávila (Benito 2011)

necesario del estribo para resistir el empuje. Esta segunda propuesta lo hemos realizado para la sección 3 del cuerpo de naves, por ser la sección que tiene un estribo de menor anchura; y para la sección 2 del Cimorro.

En esta sección comprobamos cómo al aplicar esta regla, la anchura del pilar es suficiente para contrarrestar el empuje de la bóveda de la nave central. Al estudiar las naves laterales comprobamos cómo la anchura del estribo necesaria para el contrarresto de la bóveda de la nave lateral es mucho menor de la construida. Sin embargo, si calculamos la anchura necesaria para contener el empuje de los arbotantes, necesitamos un espesor mucho mayor. En el lado norte es espesor necesario es inferior al espesor construido actualmente, pero en el lado sur el espesor necesario es mucho mayor que el espesor construido.

El estribo del lado sur para las secciones 2 y 3 es insuficiente.[4] Para conseguir el equilibrio tenemos que contar con el empuje de las bóvedas del claustro y la colaboración del muro perimetral.

En las secciones transversalespor el Cimorro, figuras 11 y 12, vemos cómo la anchura del pilar es un poco inferior a la necesaria según la Regla Geométrica nº 1, para contrarrestar el empuje de la bóveda del presbiterio, ya que los arcos perpiaños son de medio punto rebajados. Para el contrarresto del empuje de las bóvedas de la girola, al estar formada por arcos apuntados, el espesor necesario es mucho menor al construido. Si consideramos el empuje de los arbotantes, se aproxima bastante el valor necesario al espesor construido, como vemos en la sección 2, figura 12.

Regla geométrica nº 2 para cálculo de estribos

Esta regla aparece citada en el manuscrito de Hernán Ruiz el Joven. Este tratado aborda numerosas disciplinas relacionadas con la arquitectura: geometría, proporciones, órdenes clásicos, relojes solares,… precedidas por una traducción de Vitruvio. Los temas aparecen desordenados y tratados desigualmente. Entre toda esta variedad de temas presenta una regla para encontrar el estribo correspondiente a cualquier arco. La regla aparece en tres ocasiones con texto y figura en cada caso, en fol. 23, 25 y 79.

Según Huerta 2004, la regla la podemos expresar como sigue:

> Consideremos un semiarco cualquiera. Primero dividimos su línea de trasdós en dos partes iguales, segundo trazamos por dicho punto una tangente a la línea de trasdós y tercero el punto de intersección de la tangente con la línea horizontal definida por los arranques del arco nos da el espesor del estribo.

Aplicando la Regla Geométrica 2 a la sección 3 del cuerpo de las naves, figura 13, encontramos que el valor del pilar para contrarresto de la bóveda de la nave central se aproxima mucho al construido. El espesor necesario para el estribo según esta regla, teniendo en cuenta el arbotante inferior que es el más desfavorable, sería de 3,41. En el lado norte es menor que el construido, pero en el lado sur casi coincide con el estribo construido. Según esta regla las dimensiones del estribo son menores que si tenemos en cuenta la regla anterior, regla geométrica 1.

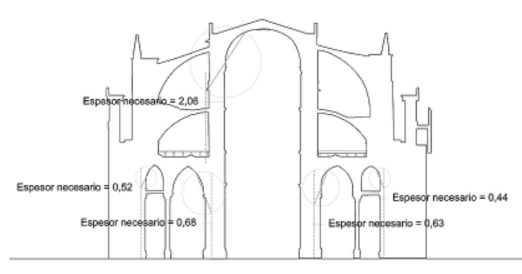


Figura 11
Aplicación de la regla geométrica nº 1 al la sección transversal 4 por el Cimorro en la Catedral de Ávila (Benito 2011)

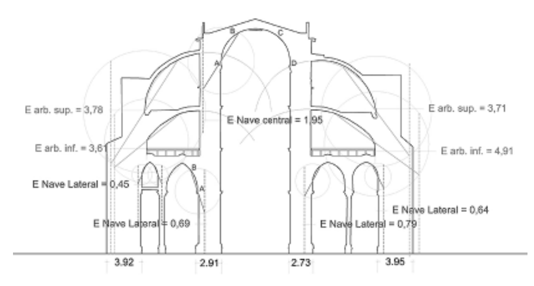


Figura 12
Aplicación de la regla geométrica nº 1 al la sección transversal 2 por el Cimorro en la Catedral de Ávila (Benito 2011)

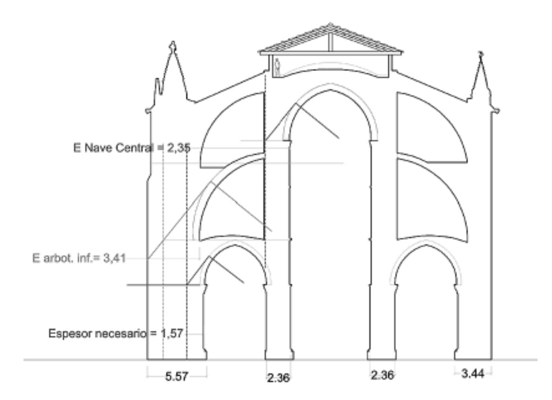


Figura 13
Aplicación de la regla geométrica nº 2 al la sección transversal 3 por la zona de las naves en la Catedral de Ávila (Benito 2011)

Algunas conclusiones

En relación con las proporciones góticas estudiadas y aplicándolas a la Catedral de Ávila, vemos que existe una semejanza en muchas de las proporciones citadas en los tratados y que podemos cotejar en la Catedral. Las reglas encontradas en los tratados españoles estudiados, pertenecientes al siglo XVI, vemos que se ajustan bastante a las proporciones de los estribos y los nervios de las bóvedas. Sin embargo las reglas procedentes de los tratados del gótico tardío alemán no se ajustan en todos los elementos. Esta situación pone de manifiesto el carácter hispano de la catedral y su ejecución temprana con unos nervios mucho más robustos que los calculados en los tratados alemanes, pertenecientes a un gótico tardío.

En relación con los estribos, siguiendo la regla de Rodrigo Gil de Hontañón, para el cuerpo de naves, sacamos las siguientes conclusiones. En el lado norte se ajustan bastante las proporciones del tratado con las ejecutadas en la catedral para la sección 2 y 3; mientras que el primer estribo tiene una anchura un 50% menor que la propuesta por Rodrigo Gil. En el lado sur se aproxima más el primer estribo y se alejan mucho de las proporciones del tratado para la sección 2 y 3. Como ya hemos estudiado en esta tesis, el espesor de los estribos 2 y 3 del lado sur está condicionado por la anchura del muro de la nave, en el que debe estar contenido, al ser colindante con el claustro.

Si aplicamos la regla geométrica nº 1 y la regla geométrica nº 2 para el cálculo de los estribos necesarios para contener el empuje de un arco, sacamos las siguientes conclusiones. En general estás dos reglas se cumplen al calcular el espesor del muro o pilar de la nave central, considerando el empuje de la bóveda central, tanto en el presbiterio como en la nave. Para las naves laterales comprobamos que el espesor de la nave lateral es 2 y 3 veces mayor que el necesario, tanto en la zona de la cabecera como en el cuerpo de naves. Este espesor mayor es necesario para contrarrestar el empuje de los arbotantes, si los consideramos como un arco por tranquil. Para el contrarresto de los arbotantes el espesor necesario, según la regla geométrica nº 1, coincide con los espesores de los estribos ejecutados en la cabecera y en el lado norte de la nave, siendo insuficiente en el lado sur.

Si aplicamos la regla geométrica nº 2 comprobamos que es suficiente el valor de los estribos en todos los casos, en la cabecera y en ambos lados de la nave; ya que esta regla propone unos estribos con menor espesor que la regla anterior; estando sobredimensionados en el lado norte.

Al estudiar la proporción de los nervios vemos que las medidas propuestas en el tratado de Rodrigo Gil de Hontañón se ajustan para los arcos cruceros pero no para los perpiaños y formeros en la zona de la cabecera. Esto es debido al peso de la fortificación del Cimorro que descansa sobre los arcos perpiaños y formeros.

Notas

1. El texto se publicó en Knoop, Jones y Hamer (1938); citado en Shelby (1972) y Huerta (2004).
2. Descubierta por Müller 1990
3. Mención a la regla en Martínez Aranda en Huerta (1990), Rabasa (2000) y Calvo (2002).
4. Ver anexo de cálculo en Benito Pradillo, Mª A. (2011). Evolución constructiva y análisis estructural de la Catedral de Ávila. Tesis doctoral. Departamento de Estructuras de la Edificación ETSAM. Universidad Politécnica de Madrid.

Lista de referencias

Ackerman, J.S. 1949. "Ars sine scientia nihil est": Gothic theory of architecture at the Cathedral of Milan. *Art Bulletin*, 31: 84–111.

Frankl, P. 1975. The Secret of Medieval Masons. *Art Bulletin*, 27: 46–64.

García, Simón. 1990 [1681]. *Compendio de Arquitectura u Simetría de los Templos, conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría. Recogido de diversos autores naturales y extranjeros por Simón García, arquitecto natural de Salamanca.* Valladolid: COAV.

Huerta Fernández, Santiago. 2004. *Arcos, Bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Müller, W. 1973. Technische Bauzeichnungen der deutschen Spatgotik. *Technikgeschichte*, 40: 281–300.

Shelby, Lon R.1961. Medieval Masón's Tools, I: The Level and the Plumb Rule. *Technology and Culture Vol. 2:* 127–130.

Viollet Le Duc, 1854. *Dictionnaire de l'architecture française du XIe au XVIe siècle (1854–68).*

La Casa de Plástico y la Casa del Futuro. Aportaciones de la arquitectura de mediados del siglo XX a la construcción con materiales compuestos

Federico Blasco Macías
Francisco J. Salguero Andujar
Antonio Delgado Trujillo
Marta Molina Huelva

Si pudiéramos hablar de un material revolucionario del siglo XX, posiblemente ese material sería el plástico. Aunque realmente no se trata de un único material. Los plásticos se definen como materiales sintéticos que están compuestos principalmente por polímeros (Real Academia Española. 2014). Los polímeros son compuestos derivados de otros por polimerización, siendo la polimerización el acto de reunir varias moléculas de un mismo compuesto para formar otro de un peso molecular más elevado. Partiendo de esta definición, el número de materiales que podemos englobar dentro de la misma es muy grande.

Los materiales plásticos son sustancias artificiales que no existen en la naturaleza. La creación de un material artificial que permanezca inalterable ha sido un sueño de la Humanidad desde tiempos inmemoriales. Perseguido por alquimistas, encontramos que distintas culturas a lo largo de la Historia se acercaron a tal sueño y así aparecieron descubrimientos como la goma o la porcelana. Una resina sintética, procedente de hervir repetidamente un determinado queso, fue desarrollada en Augsburgo en el siglo XVI y usada para producir cuberterías y medallones (Knippers et al. 2011).

Durante los siglos XVII y XVIII se produce una transición gradual de la Alquimia a la Química, dando origen a una ciencia de trascendental importancia para que se produzca la Revolución Industrial. Muestra del interés científico de la época por la búsqueda de materiales artificiales son las palabras escritas por Robert Hooke en su Micrographia (Hooke 1667):

And I have often thought, that probably there might be a way found out, to make an artificial glutinous composition, much resembling, if not full as good, nay better, then that Excrement, or whatever other substance it be out of which, the Silk-worm wire -raws his clew. If such a composition were found, it were certainly an easie matter to find very quick ways of drawing it out into small wires for use.[1]

Pero no fue hasta casi doscientos años después cuando comenzarían una serie de hallazgos en cadena, protagonizados por químicos, que darían con el descubrimiento de esos nuevos materiales que hoy forman la familia de los plásticos. Alexander Parkes (1815–1890) era un metalúrgico e inventor de Birmingham que desarrolló a lo largo de su vida al menos 66 patentes. Una de sus más importantes contribuciones fue la invención en 1856 de un material flexible al que se llamó parkesina, creado a partir de tratar celulosa con ácido nítrico como disolvente. El producto resultante, conocido como nitrato de celulosa o pyroxilin, podía ser disuelto en alcohol o nafta y mezclarlo con plastificantes, como aceites vegetales o alcanfor. Se considera por algunos historiadores como el precursor del primer plástico (Encyclopædia Britannica 2017). El material se podía moldear al calentarlo y mantenía su forma al ser enfriado, con lo que era fácil de estampar o laminar, siendo además impermeable y resistente al agua. La parkesina se presentó con gran éxito en la Exposición Internacio-

nal de Londres de 1862, obteniendo la medalla de bronce. Animado por dicho éxito, Parkes fundó su propia compañía en 1866 para su fabricación aunque fracasó comercialmente por el hecho de sacarlo al mercado antes de que el material estuviese plenamente desarrollado y por el empleo de materiales inadecuados, que hacían que los productos fabricados se agrietaran con el tiempo. Esto mismo ha ocurrido con otros polímeros a lo largo de la historia, contribuyendo a crear una imagen de los plásticos como materiales de mala calidad.

Un hecho relevante en el avance de la investigación de los materiales sintéticos se produjo a mediados del siglo XIX con el anuncio de una empresa norteamericana de un premio de 10.000 $ a la primera persona que pudiera producir bolas de billar de manera sintética, sustituyendo al ya escaso y caro marfil. En 1869 y basado en la parkesina, John Wesley Hyatt fue quién, añadiendo a la celulosa una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico, consiguió producir nitrocelulosa y de ahí nació el celuloide.

El siguiente avance importante se produjo en 1907 cuando Leo Baekeland, un químico belga afincado en Estados Unidos, desarrolló la primera patente de un material hecho exclusivamente con materias primas sintéticas: el fenol-formaldehído, más conocido como bakelita. Será la primera resina fenólica y dará lugar al primer plástico termoestable (Díaz Moreno & García Grinda, 2005). Su principal componente, el fenol, es un residuo de la producción del coque, lo que hace que su producción sea muy barata. La bakelita es un buen aislante eléctrico y soporta temperaturas de hasta 300º C, lo que hizo que se encontraran distintas aplicaciones, como interruptores eléctricos o solenoides, equipos de radio o teléfonos, engranajes o discos de gramófono. No obstante, tan importante fue el desarrollo de los materiales como de las técnicas de fabricación asociadas a los plásticos, como la extrusión y el moldeo por inyección, sin las cuales la producción en masa no hubiera sido posible. Tal fue el éxito económico del invento de Leo Baekeland que animó a los químicos a desarrollar nuevos materiales sintéticos que corrigiesen las deficiencias de la bakelita, como su fragilidad o la posibilidad de adoptar otro color más allá de su original color negro o marrón. En 1912 Frizt Klatte patenta un método para producir policloruro de vinilo (PVC), superando los problemas de inflamabilidad que tenía la celulosa. La Primera Guerra Mundial supuso un freno al desarrollo del material y no sería hasta los años 30 en los que se comenzaría su producción en masa en aplicaciones como aislamiento de cables, tuberías y otro muchos usos (Knippers et al. 2011).

En los años 20 del siglo pasado se inicia un cambio de mentalidad y se pasa del inventor particular a la investigación dirigida por grandes laboratorios de empresas químicas. Esto dio lugar al descubrimiento, en un corto espacio de tiempo, de una gran cantidad de nuevos polímeros: el polietileno en 1933, el poliuretano en 1937, el nylon en 1938, el teflón en 1941, la silicona en 1943, la resina epoxy en 1946, el poliestireno en 1949, el policarbonato en 1956 o el polipropileno en 1957, entre otros muchos.

La industria del mobiliario y los diseñadores industriales no tardaron en darse cuenta de las grandes posibilidades que les ofrecía el material. Un temprano ejemplo lo vemos en el diseño francés en bakelita de la lámpara «Jumo Brevete» de 1945 o las fiambreras en polietileno moldeado lazadas en 1948 por la Tupper Plastic Company, fundada por el químico de DuPont Earl S. Tupper (Knippers et al. 2011). Las primeras producciones en serie de forma masiva comenzaron en 1948, como las sillas moldeadas de poliéster reforzado con fibras de vidrio de Charles y Ray Eames.

La popularidad que estaba alcanzando el material hizo que algunos arquitectos comenzaran a incorporarlo como material de construcción en sus proyectos. A continuación analizamos dos notables ejemplos, uno desarrollado en Europa y otro en América, con gran repercusión en su época. Fueron los primeros diseños que trataron de construir una casa de plástico, no solo como elemento aislante, impermeable o de revestimiento, sino como principal elemento estructural del edificio, mediante el empleo de fibras reforzadas con resinas.

La Casa de Plástico de Ionel Schein

Esta obra está considerada por diversos autores como la primera casa diseñada y construida enteramente con plásticos (Quarmby 1976). El proyecto es obra del arquitecto Ionel Schein, asistido por su hermano Charles, ingeniero químico, junto con el arquitectos Yves Magnan, el ingeniero René Coulon y Antoine Fasani como asesor cromático (Daufresne and Fou-

cart 2001). Ionel Schein nace en Bucarest en 1927, estudia arquitectura entre 1945 y 1948 en la Facultad de Arquitectura de la misma ciudad. En 1948 se traslada a París a estudiar en la Ecole des Beaux-Arts, donde se establece y desarrolla su vida profesional. Fascinado por las posibilidades que ofrecían los plásticos, colabora en 1953 en un número especial de *Techniques et Architecture* dedicado a las aplicaciones de los plásticos (Díaz Moreno and García Grinda 2005). La idea de construir una casa de plástico surge de su relación con Marguerite Duval, editora de la revista Elle, quien le presenta tanto a Charbonnages de France, el consorcio francés del carbón, como a Coulon y a Magnant, junto con los que iniciará el diseño de la Casa de Plástico. Posteriormente, en abril de 1955, el Departamento de Arquitectura del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) invita a Schein a participar en su programa de verano titulado *Plastic in the Design of Building Products*. Poco después, la *World Plastic Fair* de Los Ángeles le propone que presente un prototipo de su casa de plástico en su siguiente edición, aunque finalmente se presentó en Paris en 1956 (Teyssot 2013).

El diseño recuerda vagamente a la forma de la sección longitudinal de la concha de un *nautilus* y, en cierta forma, los bocetos del proyecto nos recuerdan a la espiral de Fibonacci (figura 1). La idea bajo la que se concibe el proyecto es la de diseñar una vivienda modular prefabricada, en la que distintos módulos se puedan transportar en camiones (figura 2) y sean ensamblados para componer una vivienda ampliable de uno a tres dormitorios. Se trataba de aunar los conceptos de industrialización, escalabilidad y movilidad, pues la vivienda estaba concebida para poder ser montada, desmontada, transportada y vuelta a montar en una nueva ubicación. Para ello era necesario contar únicamente con una cimentación básica, dado su poco peso, y conexión a los suministros básicos de alcantarillado, agua y electricidad, que para mayor facilidad se situaban en el punto central de la vivienda.

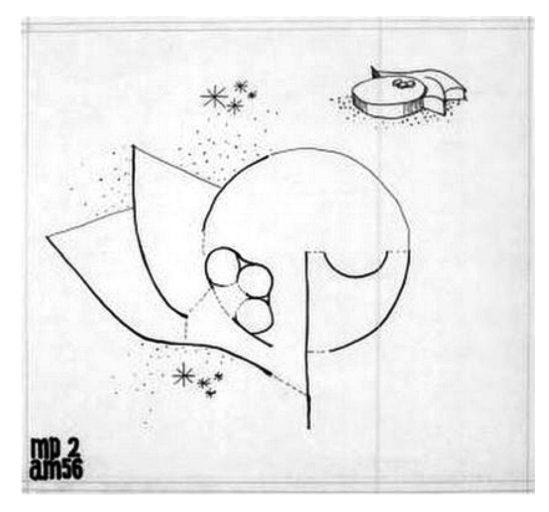


Figura 1
Boceto del proyecto de 1955 (Bergdoll et al. 2008)


Figura 2
Transporte de los módulos en camiones (Bergdoll et al. 2008)

El programa se desarrolla en una sola planta y estaba concebido en un desarrollo de ocho segmentos que convergen en su centro, proporcionando una visión de 380 grados (figura 3). Los segmentos tienen el mismo radio hasta llegar a las últimas cuatro secciones en las que el radio se incrementa para poder alojar las piezas de dormitorios e instalaciones. El espacio central está ocupado por la zona de día de la vivienda y en ella se sitúa la parte más importante de las instalaciones. El núcleo de la cocina, situado próximo a la entrada de servicio, era un conjunto fabricado en una sola pieza de 3,80 metros de longitud en la que se encastraban los electrodomésticos, como el frigorífico, el horno y la cocina, algo bastante novedoso para la época. Las puertas de los armarios y los cajones estaban coloreados para de-

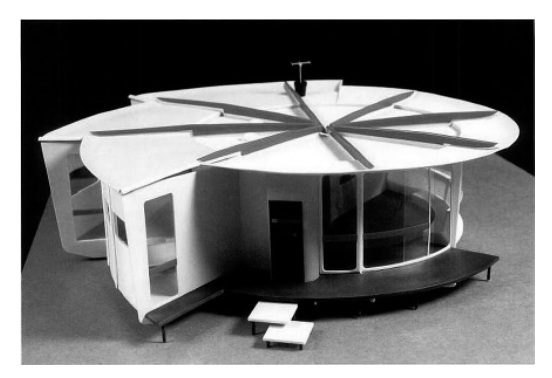


Figura 3
Maqueta del proyecto (Bergdoll et al. 2008)

mostrar las posibilidades de diseño del material. El núcleo sanitario es una pieza única moldeada en poliéster, donde predominan las formas curvas y donde todos los aparatos están integrados en el conjunto. El baño está compartimentado en tres para permitir un uso simultáneo: uno para el inodoro, otro para la ducha y otro de mayor tamaño que aloja al lavabo, bidé y bañera. Se aprovecha además una prolongación de este elemento para alojar el fregadero de la cocina, unificando de esta manera en este bloque toda la zona húmeda de la casa y optimizando el trazado de las instalaciones de fontanería y saneamiento. Su disposición en planta se muestra como una pieza escultórica independiente, ubicada junto a los dormitorios a los que se abren sus huecos, permite separar visualmente a éstos del resto de la vivienda (figura 4).

Ocupando la otra mitad del espacio central se distribuye el salón-comedor. Apoyándose en la pieza de la cocina se compone una estantería en la que se sitúa la televisión, en el centro de la vivienda, lo que no deja de ser significativo del papel que había adquirido ya en aquellos tiempos. Se distribuye el resto del mobiliario, como una mesa de trabajo y varios sofás, adaptándose a la curva que forma el cerramiento. Los dormitorios son bloques que se adosan al perímetro, y siguiendo la misma filosofía que en el resto de la casa, llevan el mobiliario incorporado en material plástico, como los armarios y mesas. El vidrio de las ventanas era sustituido por polimetilmetacrilato o PMMA, más conocido por el nombre comercial de *Plexiglas* completando así el uso del plástico en toda la epidermis del edificio.

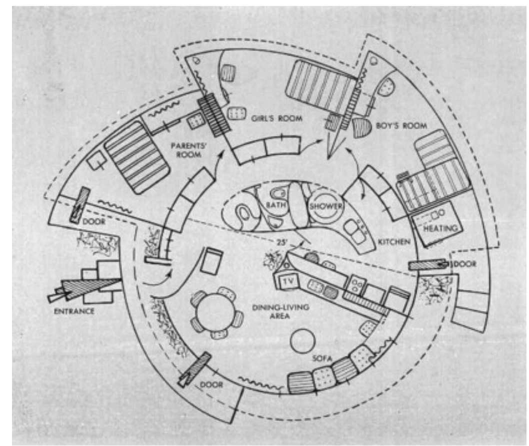


Figura 4
Plano de planta del proyecto (Hayes 1956)

La fabricación del prototipo se realizó en 1955 y debió ser un proceso bastante complicado, debido a la poca experiencia de los arquitectos en el empleo práctico de los plásticos a gran escala así como a la falta de fabricantes y personal cualificado en el entorno. Como patrocinadores del proyecto estaban Charbonnages de France y Houillères du Nord, interesadas en difundir las múltiples aplicaciones de los derivados del carbón en el campo de la construcción. En primer lugar se tuvieron que seleccionar los materiales adecuados para su fabricación, empleándose hasta catorce plásticos diferentes de entre los disponibles en aquella época. Para los elementos estructurales se optó por la fibra de vidrio y la resina de poliéster dada su relativo bajo coste de adquisición y su facilidad de fabricación (figura 5). La fabricación de las distintas piezas duró cuatro meses y llegaron a trabajar hasta cuarenta personas (figura 6). El proceso de fabricación empleado fue de laminado manual, en el que se iban apilando sobre un útil las telas de fibra de vidrio y aplicando a continuación resina de poliéster, que una vez curaba daba rigidez al conjunto (figura 7). Se fabricaron cinco moldes básicos y veinte moldes auxiliares de madera para poder producir todas las piezas del conjunto. El cerramiento lo componían unos paneles sándwich con un núcleo de poliestireno y laminado tanto exterior como interior de tejido de fibra de vidrio y resina de poliéster de cinco centímetros de espesor (figura 9). En el suelo se empleó un laminado de poliéster con un núcleo del tipo panel de abeja tra-



Figura 5
Detalle de tejido de fibra de vidrio (Schein 1958)



Figura 6
Operarios en proceso de fabricación (Schein 1958)



Figura 7
Operarios laminando sobre un molde de madera (Schein 1958)

tado con bakelita de cinco centímetros de espesor con la intención de mejorar su comportamiento acústico (Hayes 1956). Las particiones estaban compuestas por dos hojas de laminado de poliéster. La fabricación no estuvo exenta de problemas y la falta de experiencia provocó que en ocasiones las piezas no encajasen correctamente y fuese necesario adaptarlas, cortando y retocando de manera manual (Quarmby 1976). Por tanto, la fabricación de los distintos elementos fue más artesanal que industrial. El peso total del conjunto era de nueve toneladas, unas quince veces menor que una casa de similares características construida con materiales de la época, lo que facilitaba su transporte e instalación.

El montaje entre los distintos núcleos se realizaba mediante unas costillas, situadas tanto en el techo como en el suelo, que servían tanto de elemento de unión así como para proporcionar mayor rigidez a flexión. Estas estaban fijadas mediante tornillos de manera que se permitía el desmontaje de una parte o del conjunto. La forma de las costillas facilitaba la recogida de aguas y las canalizaba hasta un bajante, situado en el centro, donde se situaban los desagües de la cocina y baño. El diseño de los distintos elementos constructivos trataba de incorporar las instalaciones, de manera que los paneles cumpliesen múltiples funciones: estructural, epidermis y alojamiento de las instalaciones. Otra característica

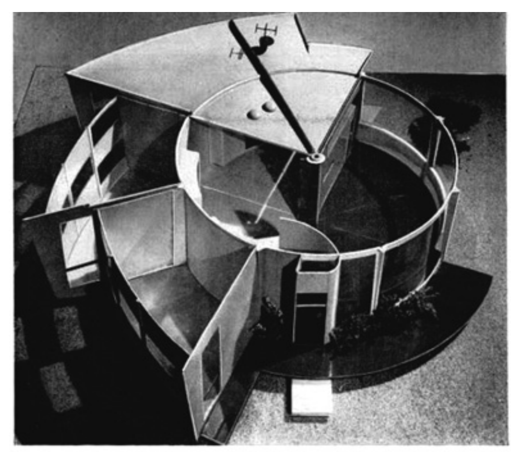
del material que era aprovechada de manera notable era su capacidad de ser diseñado, en función de la fibra y resinas empleadas, en algunos casos coloreadas, de manera que permitiese un paso mayor o menor de luz, con lo que se conseguía dotar al espacio interior de una agradable sensación de luminosidad y amplitud.

El desarrollo de este proyecto y las posibilidades que ofrecían los plásticos hicieron que se planteasen soluciones que fueron realmente notables, como los elementos encastrados, las puertas moldeadas escultóricas, el equipamiento integrado, los conductos integrados en la cubierta, el desarrollo de una verdadera epidermis estructural y, en especial, el núcleo del baño con un diseño tan potente y futurista que influyó en numerosos proyectos posteriores.

El prototipo fue presentado en 1956 en el *Salón des Arts Ménagers* de Paris y bautizado como *La Maison Plastique* (figura 8). Tuvo un enorme éxito entre el público y gran repercusión mediática, como lo demuestra el gran número de publicaciones americanas y europeas que se hicieron eco del proyecto, como *Popular Mechanics* en agosto 1956 (figura 9) o Informes de la Construcción en febrero de 1958. Lamentablemente no se consiguió el objetivo de su fabricación en serie pero el prototipo superó un total de quince montajes y desmontajes hasta su ubicación definitiva en los terrenos de *Charbonnages du France*, demostrando con ello la validez del modelo y su capacidad para ser trasladado a diferentes ubicaciones.



Figura 8
Prototipo instalado en el *Salón des Arts Ménagers* de Paris 1956 (Bergdoll et al. 2008)



Cutaway model shows central living unit with curved window wall. Bedrooms are attached at the left side

The Latest From Paris—an ALL-PLASTIC HOUSE

By Leone and Lester Hayes

THE WORLD'S FIRST all-plastic house was recently exhibited in Paris at a home-furnishings show under the joint sponsorship of a French publication and the coal industry. Everything about the house is plastic—walls, ceilings, floors. The windows are Plexiglas; the entire bath and kitchen units and even the furniture and decorative fabrics are plastic. Only chair and table legs are metal. The house weighs nine tons or about 1/15 as much as if it were made of conventional materials. The central part of the house—itself a complete living unit—can be set up in a few days, and from one to three bedrooms can be added in two hours each.

This is the first major plastics-molding job ever undertaken in France. There was no factory equipped for the project and no specialized workmen; the house was fabricated in an exhibition hall at the Paris

Furniture in boys' bedroom is all plastic, including "shell" beds and desk-book shelves. Walls and furnishings are washable and have "built in" color

AUGUST 1956 89

Figura 9
Información del proyecto de la Casa de Plástico en *Popular Mechanics* (Hayes 1956)

La casa del futuro de Monsanto

Esta fue, posiblemente, la casa de plástico construida más conocida de su época, tanto por la difusión que hicieron de ella publicaciones de todo tipo como por el lugar en el que fue instalada. En 1953 la empresa química *Monsanto Chemical Company*, uno de los mayores fabricantes de plásticos del mundo, acudió al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para proponerles financiar la investigación de una casa hecha completamente con plásticos. Este acercamiento no fue casual, dado en el MIT tenían experiencia trabajando con plásticos en el diseño de cúpulas para radares o *radomes*, partiendo de la propuesta de cúpula geodésica de Richard Buckminster Fuller.

El material con el que se fabricaron las cúpulas fue fibra de vidrio reforzada con poliéster, dado que este material es transparente a las ondas electromagnéticas, y presenta otras ventajas como peso, resistencia y un coste de producción razonable.

Tras la propuesta de Monsanto, el arquitecto Richard W. Hamilton, del Departamento de Arquitectura, y el ingeniero Albert G.H. Dietz, del Departamento de Ingeniería de Edificación y Construcción, comenzaron la investigación en lo referente al uso de los plásticos en construcción. En junio de 1955 publicaron un estudio titulado *Plastic in Housing*.[2] El estudio, dirigido por Richard W. Hamilton, trataba de demostrar las potencialidades del plástico en arquitectura, analizando el proceso desde el diseño inicial hasta la construcción y describiendo cómo podría ser la casa del futuro. El reto era diseñar una vivienda completa con plástico que fuese fácilmente relocalizable, que se pudiera adaptar al crecimiento de las familias y que tuviese un coste razonable.

La estrategia de diseño fue explorar las posibilidades que ofrecía este material, tanto desde su procedimiento de fabricación como por su forma natural, que hace que el material optimice su función estructural y constructiva comportándose como una lámina, formando un continuo con suaves formas curvas. Pero esta visión no era novedosa. A finales de 1954 el crítico de arquitectura Douglas Haskell ya avanzaba las posibilidades de los plásticos como un material que por sí solo podía generar tanto la piel como la estructura del edificio (Meikle 1995): «With a seamless material as strong as steel at one-seventh the weight, architects could design structures as thin as egg shells, as ribbed as leaves, as corrugated as sea shells».[3]

La decisión final fue considerar un diseño de cáscara autoportante como la mejor solución. El equipo comenzó con la fase de diseño preliminar, liderada por Marvin Goody, profesor del Departamento de Arquitectura (figura 10). La dirección general del proyecto estaba cargo de Hamilton y la parte de ingeniería de Dietz. Para desarrollar el programa de la vivienda, de la que se pretendía que fuese un prototipo para una posterior producción en serie, se trataba de dar respuesta a las necesidades de una familia del futuro. En la próspera sociedad norteamericana de la posguerra, la movilidad era un tema que estaba cobrando gran importancia, un mayor tiempo de ocio, los electrodomésticos y la electrónica estaban incorporándose al hogar así como una alta tasa de natalidad debida al *baby boom*. El diseño del MIT trataba de incorporar estos aspectos para proponer un nuevo modelo de vivienda. Después de dos años de desarrollo y producción, la primera casa piloto fue instalada en 1957 en Disneyland, California.

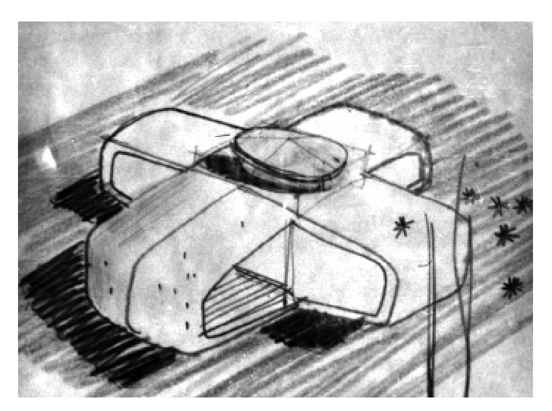


Figura 10
Boceto inicial de M. Goody para la Casa del Futuro (Goody Clancy 2017)

El edificio se elevaba del suelo con una planta en forma de cruz, formada por cinco cuadrados de idénticas dimensiones en planta, apoyada únicamente en su punto central. La distribución de la vivienda compartía con el diseño de Schein el disponer los núcleos húmedos en el centro del edificio, aunque en este caso con menor acierto que en caso de la Casa de Plástico puesto que uno de los dormitorios abría directamente a la cocina y al comedor, restándole intimidad. Cada una de las alas estaba destinada a un uso: salón, estar comedor y dormitorios (figura 11).

El proceso constructivo, en contraste con el diseño de Schein, requería de una obra civil de mayor calado. La casa se levantaba 1,8 m del suelo sobre una base cuadrada de muros de hormigón armado de 4,8 m de lado, que servía además para alojar las instalaciones, y sobre cuyo techo se disponían la cocina y dos baños. En este núcleo central se apoyaban las cuatro alas del edificio que funcionaban como una gran viga en voladizo de 4,8 m de largo, idéntica dimensión que el lado de la base, y en forma de C. Éstas estaban unidas en su parte inferior a la base de hormigón y en la superior a un panel de cubierta que cerraba el conjunto (figura 4). La conexión entre los paneles se realizaba mediante unos perfiles metálicos

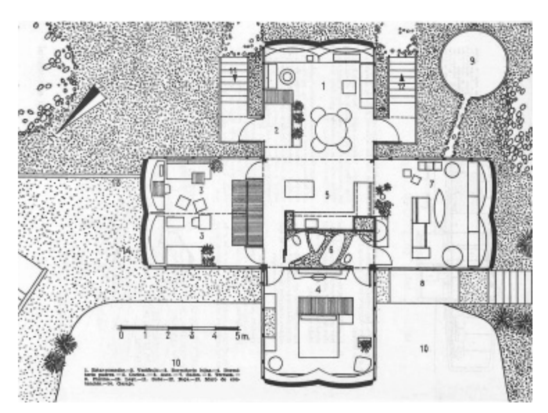


Figura 11
Plano de planta de la Casa del Futuro (Goody 1958)

a los que se iban atornillando las distintas piezas (figura 12). Cada C estaba compuesta a su vez por cuatro paneles de 2,5 m de ancho cada uno, colocados dos arriba y dos abajo, ligeramente curvados y plegados en los extremos, para conferirles mayor rigidez (figura 13).

Los paneles eran de tipo sándwich, con un espesor que variaba de los 7 a los 11 cm, que se unían unos a otros para formar las alas. Los sándwichs se fabricaron por Winner Manufacturing Company en Trenton, Nueva Jersey, mediante laminado manual sobre distintos moldes. En el proceso, los operarios iban colocando una a una las telas de fibra de vidrio, vertían la resina y pasaban una espátula de madera aplicando

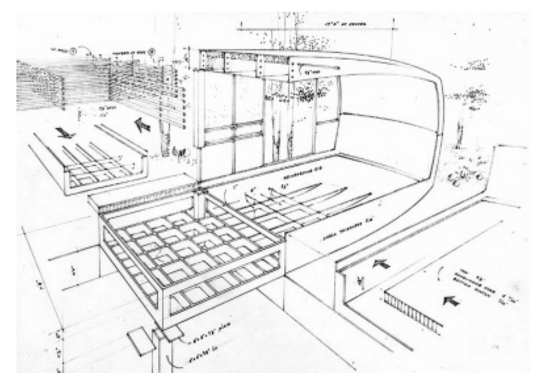


Figura 12
Detalle constructivo del proyecto de la Casa del Futuro (Goody Clancy 2017)



Figura 13
Proceso de montaje de los paneles en obra (Goody Clancy 2017)

presión para que se compactaran las telas y la resina se distribuyera de manera homogénea por el interior del laminado. Una vez apiladas hasta diez telas, se dejaba endurecer la resina a temperatura ambiente. Cuando el laminado había curado, se procedía al recanteo de los bordes y se le colocaba el núcleo de espuma de poliuretano para mejorar el aislamiento y la rigidez del panel. Cuando la espuma había endurecido, un operario procedía a preparar la superficie del núcleo, a la que se pegaba el otro laminado, fabricado por el mismo procedimiento. Los paneles de techo y de suelo diferían en el espesor, llegando los de suelo a espesores de 11 cm. También el núcleo era diferente siendo el de suelo de panel de abeja impregnada con resina fenólica para mejorar su resistencia. En determinados puntos estos paneles estaban reforzados con perfiles de madera para mejorar su rigidez. El acabado final de los paneles era mediante una pintura acrílica la cual mejoraba el acabado superficial del panel y confería una protección adicional a la resina frente a los rayos ultravioleta. La unión entre los paneles se realizaba mediante uniones mecánicas y adhesivadas, selladas posteriormente para garantizar su estanqueidad, lo cual dificultaba realizar modificaciones o desmontar los paneles como se pudo ver más adelante (figura 14).

Dado el proceso de fabricación empleado y la mala calidad de los moldes, los laminados tuvieron que ser cortados con sierras mecánicas para adaptarlos a su forma final y hacerlos encajar unos con



Figura 14
Proceso de montaje de los paneles en obra (Goody Clancy 2017)



Figura 15
La Casa del Futuro tras concluir su construcción en Disneyland (Goody Clancy 2017)

otros. El corte de los mismos se realizó de manera manual y por ello no se consiguió la precisión dimensional que les era requerida. Durante la fase de montaje, los paneles tuvieron problemas en el ensamblaje y tuvieron que ser reparados con resina epoxy, rellenado los cantos y juntas para conseguir la unión entre los distintos elementos (Meikle 1995). Algo que sobre el panel era una tarea fácil, consistente en situar los paneles y atornillar, se había convertido en un laborioso trabajo de reparación *in situ* que dilató y complicó enormemente las labores de montaje.

El peso aproximado de los paneles, tanto de la cubierta como del suelo que formaban las alas, era de unos 50 kg/m2, mucho menor que cualquier otro elemento constructivo convencional. Dentro de la casa se encontraba una profusa aplicación de los plásticos, tanto en los elementos de revestimiento, como en el mobiliario y menaje del hogar. Se incluyeron diversos adelantos tecnológicos que en esos momentos se podía esperar de una casa del futuro, como podía ser el video-teléfono, cepillo eléctrico, cajones accionados eléctricamente o microondas, muchos de los cuales acabaron siendo comunes en todas las viviendas.

La casa se inauguró como una atracción en el parque Disneyland de Anahein, California, el 11 de junio de 1957 y estuvo instalada hasta diciembre de 1967 (figura 15). Fue visitada por unos veinte millones de personas, sufriendo durante ese tiempo varios terremotos y tormentas, con vientos de hasta 150 km/h, lo que demuestra la validez estructural de su diseño. El proceso de demolición fue más complicado de lo esperado. Planteado para hacerse en un día, se emplearon sin éxito distinta maquinaria y equipos. La bola de demolición de una tonelada rebotaba en sus paredes, se partía la hoja de la sierra eléctrica y la grúa únicamente conseguía desplazar la estructura ligeramente del soporte de hormigón. Al cabo de dos semanas la casa consiguió ser demolida usando cables de estrangulamiento.

El diseño de la Casa del Futuro de Monsanto fue realmente futurista para su tiempo y un alarde estructural de la potencialidad del plástico, pero no cumplió con los objetivos de industrialización, dado que la fabricación fue bastante artesanal, ni de movilidad, ya que por problemas de fabricación, las uniones tuvieron que ser adhesivadas, impidiendo de esta manera su desmontaje y dificultando enormemente su demolición final.

Evolución posterior

No fueron los únicos proyectos y a éstos les siguieron muchos otros, tan reseñables como la Casa Futuro de 1968 del arquitecto finlandés Matti Suuronen; o la *Zip-Up House* de 1969 del británico Richard Rogers. A pesar del alarde de diseño, de las excepcionales características del material y de la difusión que se hizo de estos trabajos, no se consiguió soslayar el inmovilismo y el rechazo al cambio de los múltiples actores que intervienen en el proceso edilicio: promotores, arquitectos, administraciones, constructores y, por supuesto, los usuarios finales. La crisis del pe-

tróleo de 1973, que triplicó el precio de los plásticos, los problemas medioambientales que se asociaban al material y la idea de producto barato con la que lo percibía el consumidor, hicieron que estas iniciativas se fuesen progresivamente apagando hasta su invisibilidad.

Por el contrario, el material tuvo una notable evolución en otras industrias, en especial en la aeronáutica y su desarrollo de los materiales compuestos. Desde finales del siglo XX vemos un renacido interés en su empleo en arquitectura y surgen aplicaciones cada vez más novedosas en grandes proyectos, como la ampliación del Museo de Arte Moderno de San Francisco de Snohetta Achitects, inaugurado en 2016, o las cubiertas de la estación del tren de alta velocidad de Medina, de Richard Foster, aún en construcción.

Conclusiones

El plástico ha sido un material de vital importancia en la historia del siglo XX. Su capacidad para ser moldeado y coloreado lo hicieron merecedor de ocupar un papel preponderante en el diseño de mobiliario y otros objetos de uso cotidiano. Su incorporación a la arquitectura fue más tardía, comenzando en primer lugar con elementos secundarios y alcanzando una mayor profusión a mediados del siglo pasado. En los años cincuenta se dan varias iniciativas con el objetivo de diseñar y construir una casa *all-plastic*. Para ello se tuvieron que superar numerosos obstáculos, como el desconocimiento del material o la falta de infraestructura y personal para su fabricación, no obstante el concepto de panel sándwich usado como envolvente estructural fue realmente notable La destrucción ocasionada por la Segunda Guerra Mundial había hecho necesaria la construcción de un gran número de viviendas y esto supuso un avance significativo para introducir el concepto de prefabricación en la industria. Parecía pues que este nuevo material artificial podría ser el idóneo para ser usado de manera masiva en la prefabricación de viviendas. Los dos proyectos analizados en la investigación fueron pioneros en este campo y tuvieron una gran repercusión mediática en su tiempo. Por distintos motivos, ninguno de los dos consiguió superar la fase de prototipo, a pesar de estar ambos respaldados por importantes empresas del sector de los plásticos, interesadas en introducir los plásticos en un sector tan importante como la construcción. En cualquier caso abrieron un camino por el que muchos arquitectos actuales están dispuestos a continuar.

Notas

1. Traducción de los autores: «Muchas veces he pensado que seguramente existe un camino para averiguar cómo hacer un compuesto artificial y pegajoso que se parezca mucho, si no tan bueno, quizás mejor, que a ese excremento cualesquiera que sea esa sustancia, con la que el gusano de seda teje su capullo. Si tal compuesto fuese encontrado, sería ciertamente fácil de encontrar un modo para extraer de él finas fibras para su uso».
2. Es de señalar que en la época en que se publica el estudio, Schein estaba participando en el curso de verano al que había sido invitado por el MIT
3. Traducción de los autores: «Con un material continuo tan fuerte como el acero y con un séptimo de peso, los arquitectos podrían diseñar estructuras tan delgadas como la cascara de un huevo, nervadas como las hojas, onduladas como las conchas marinas».

Lista de referencias

Bergdoll, Barry y Peter Christensen. 2008. *Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling*. New York: Museum of Modern Art.

Daufresne, Jean-Claude y Bruno Foucart. 2001. *Fêtes À Paris Au XXe Siècle : Architectures Éphémères de 1919 à 1989*. Mardaga.

Díaz Moreno, Cristina y Efrén García Grinda. 2005. Obsolescencia o Reciclabilidad. Tectónica Monografías de Arquitectura, Tecnología y Construcción. *Tectónica,* 19: 4–13.

Encyclopædia Britannica. 2017. Alexander Parkes. Accessed May 30. https://www.britannica.com/biography/Alexander-Parkes#ref286175.

Goody Clancy. 2017. Daveland Disneyland House of the Future Photo Page. Accessed June 15. http://davelandweb.com/hof/.

Hamilton, Richard W., y Marvin E. Goody. 1958. Casa de plástico en EE.UU. *Informes de la Construcción* 10 (98): 2.

Hayes, Leone. 1956. All-Plastic House. *Popular Mechanics*. August, 1956: 89–90.

Hooke, Robert. 1667. *Micrographia: Or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon*. London: Royal Society.

Knippers, Jan, Jan Cremers, Markus Gabler y Julian Lienhard. 2011. *Construction Manual for Polymers + Mem-*

branes : Materials, Semi-Finished Products, Form-Finding Design. Basel : Birkhauser Architecture.

Meikle, Jeffrey L. 1995. *American Plastic : A Cultural History*. Rutgers University Press.

Quarmby, Arthur. 1976. *Materiales Plásticos y Arquitectura Experimental*. Barcelona: Gustavo Gili.

Real Academia Española. 2014. *Diccionario de La Lengua Española*. Madrid : Espasa-Calpe.

Schein, Lionel. 1958. Casa de plástico en Francia. *Informes de la Construcción* 10 (98): 9–17.

Teyssot, Georges, 1946–. 2013. *A Topology of Everyday Constellations* [Recurso Electrónico] / Georges Teyssot. Cambridge, Mass.: MIT Press.

La constructora «Hermanos Rank» y la introducción de las bóvedas tabicadas en Munich a partir de 1947

Dirk Bühler

La constructora de los hermanos Rank, fundada originalmente en 1862 como carpintería por Joseph Rank (1832–1909), fue establecida en Múnich como empresa de construcciones —entonces novedosas— de hormigón armado por sus hijos Josef (1868–1956), Franz (1870–1949) y Ludwig (1873–1932) en 1899. Los dos hermanos mayores estudiaron arquitectura en el Politécnico de Múnich bajo la influencia de la escuela historicista de Friedrich Thiersch (1852–1921), después de haber aprendido el oficio de la carpintería en la empresa del padre y después de haber aprobado sus estudios en la escuela de construcción. Ya con sus primeras experiencias en el diseño arquitectónico y de la construcción, se juntaron en 1899 para establecer su propia constructora «Hermanos Rank» en Múnich, aprovechando la capacidad creativa de Franz, quien dirigiría la sección de diseño arquitectónico y las habilidades prácticas de Josef, quien se ocupaba de la práctica de la construcción. Ludwig, el menor de los hermanos, gozó de una educación parecida a la de sus hermanos y había dirigido la sucursal de la empresa en Ulm desde 1902, antes de hacerse socio de sus hermanos en 1906, ocupándose sobre todo de la organización de la constructora y la contratación de obras.

La empresa se dedicó en sus primeros años tanto a la construcción de mansiones para la alta burguesía como de edificios multifamiliares de alquiler para obreros, además de participar en un sinnúmero de concursos de diseño arquitectónico y urbano. Era sobre todo Josef, el mayor de los tres hermanos, quien se apasionó pronto por el nuevo material de construcción: el hormigón. El uso de hormigón armado se había iniciado en Múnich por la constructora de Gustav Adolf Wayss (1851–1917) y Conrad Freytag (1846–1921), quien había adquirido en 1884 la patente de Joseph Monier para Alemania y la compartiría más tarde con Wayss. En 1892, la «Aktien-Gesellschaft für Beton-und Monierbau», fundada por Wayss en Berlín, aplicó este nuevo método por primera vez en Múnich, en un puente sobre el canal del castillo de Nymphenburg. (Schmidt, 2015) Más que en el sistema de Monier, Josef Rank se interesó en la construcción de cubiertas de hormigón armado como las empezaba a usar en Múnich a partir de 1897–1898, el arquitecto Martin Dülfer (1859–1942). Después de conocer el sistema Hennebique en 1900 adquirió, en 1901, una concesión y empleó este sistema en muchas de sus obras. Desarrolló con mucho éxito un sistema similar al de Hennebique, que podía emplear, por ejemplo, en la construcción del Deutsches Museum en 1911. (Bühler, 2015) Hasta 1914 los tres arquitectos hermanos promovieron, sobre todo en su ciudad de origen, el empleo de hormigón en la construcción de edificios culturales, industriales, comerciales y habitacionales.

El primero de los edificios hechos de hormigón que cimentaron el reconocimiento y éxito de la empresa fue la construcción del Teatro Popular de Múnich, en 1903. Siguieron edificaciones como torres de agua (1902–1906), puentes, una prisión (1908), una fábrica de vagones de ferrocarril (1908), otra de papel (1909), otra de hornos (1912), cervecerías

(1905–1912), lavaderos y silos de carbón (1906–1917), fábricas de gas (1912–1915) y un edificio para almacenes y comercios, el famoso «Lindwurmhof», en Múnich (1910–1911); pero también iglesias, escuelas y viviendas tanto burguesas como populares (figura 1).

Cuando a partir de 1918 el uso del hormigón empezó a generalizarse, la constructora «Hermanos Rank» siguió activa a lo largo de la época de posguerra, la dictadura así como durante y después de la Segunda Guerra Mundial. Sigue existiendo todavía hoy con su sede en Múnich, donde en 2012 celebró su 150 aniversario. Su libro, publicado con ocasión de este aniversario, no solo relata la historia de la constructora sino que representa una crónica de la historia de la arquitectura en el sur de Alemania (figura 2). (Basiner, 2012)



Figura 1
El Lindwurmhof en Múnich (Foto archivo Paul Basiner)



Figura 2
Cartel de la constructora Rank en la exposición industrial en Múnich, en 1908 (Foto archivo Paul Basiner)

La constructora Rank en España

Debido a estas reconocidas experiencias en las construcciones industriales de hormigón, los «Hermanos Rank» consiguieron, en 1911 y a través de la «Compañía Catalana de Gas y Electricidad», el encargo de construir un silo de hormigón como depósito de carbón que abastecería a la nueva fábrica de gas en Sevilla. Esta fábrica era un proyecto del famoso arquitecto sevillano Aníbal González (1876–1929), quien más tarde proyectaría la Exposición Iberoamericana de 1929. La planta de gas y electricidad fue construida entre 1911 y 1915 en la calle Bogotá del (hoy) barrio El Porvenir, y está listada como Patrimonio Inmueble de Andalucía; aún sigue en pie como centro deportivo y cívico municipal.

Por la falta de infraestructura en el propio sitio la constructora tenía que traer todo el equipamiento técnico, la madera para la cimbra y el encofrado, el hierro y el cemento por barco desde el puerto de Rotterdam al de Sevilla. (Rank, 1961: 43–47) Cuando se terminaron las obras en el transcurso de tan solo un año, el propietario Mansana le encargó la construcción de la fábrica de gas también a los «Hermanos Rank». Tanto como los obreros sevillanos se quedaron sorprendidos por el equipamiento técnico que trajo la constructora moderna, así también los alemanes se quedaron admirados de los albañiles españoles por su habilidad para construir bóvedas tabicadas, tanto permanentes como para el encofrado del hormigón y los vistosos ladrillos que usaron. Fue el primer contacto que tuvo Ludwig Rank con este sistema constructivo, que usaría su sobrino Max medio siglo más tarde en Múnich.

Los hermanos aprovecharon esta oportunidad para fundar, a la vez, una sucursal en Sevilla con el nombre «Rank Hermanos», que quedó a cargo del hermano menor, Ludwig. Años más tarde fundaron, además, una sucursal en Madrid por las obras que ejecutaron en la capital.

Durante la Primera Guerra Mundial no era permitido que los alemanes trabajaran en España, así que se tuvieron que reducir drásticamente las actividades de la empresa. Fue por esto que la obra del palacio de la condesa de Bermejillo, en Madrid (1913–1916), se le atribuyó únicamente al arquitecto Eladio Laredo (1864–1941), hasta que una investigación de Joaquín Medina (2005: 74–107) sacó a la luz que el verdadero y principal autor de la obra había sido Franz Rank.

Así que esta obra historicista neo-plateresca, típicamente española, también cuenta entre las obras de los hermanos Rank en España.

Terminada la guerra, Ludwig Rank regresó en 1920 a España, adoptó en 1927 la nacionalidad española y renombró su empresa como «Luis Rank». En esta época su sobrino Max (1900–1975), único hijo de Joseph Rank, trabajó entre 1926 y 1929 como ingeniero en la empresa «Luis Rank» en Sevilla. Esta temporada y las experiencias adquiridas en España más tarde le serían sumamente útiles para el empleo de bóvedas tabicadas en Múnich.

Entre las obras industriales realizadas en esta época en España por la constructora «Luis Rank» destacan hangares y naves técnicas en la base aérea de Tablada, cerca de Sevilla (1923), un hangar en la base aérea de Logroño, una fábrica de tractores en Sevilla (Arq. Luis Recaséns), un nuevo depósito y taller para los tranvías de Sevilla, la dirección de la obra de una presa en Salto de Cala por su sobrino Max, entre 1926 y 1929), la iglesia de San Severiano en Cádiz (Arq. Francisco Hernández Rubio) y una escuela en Cantillana, cerca de Sevilla (Arq. Aníbal González).

Después de la muerte de Ludwig, en 1932, la gerencia de la empresa se queda sucesivamente en manos de Pedro Rank (que no era pariente de los hermanos Rank) y los señores Fischer y Lachenmair, hasta 1949.

Fue en 1950 cuando la sucursal española se independizó formalmente de la alemana y uno de los hijos de Ludwig, el ingeniero Ludwig Rank (1915–1986), dirige la empresa con nuevo entusiasmo. Pronto estaba en gran predicamento por sus habilidades como constructor y obtiene obras mayores de los ministerios españoles. Trabajó con ingenieros civiles y arquitectos de gran reconocimiento de su época.

En El Rocío, cerca de Sevilla, construye un complejo multifamiliar cooperativo (Arq. José Granados y Ricardo Espiau) y un motel con estación de servicio (Arq. Felipe Medina Benjumea). Sus construcciones más famosas son la Chancillería y Residencia de la Embajada alemana en Madrid (Arq. Alexander Freiherr von Branca), construida entre 1963 y 1966, y la Ermita de Rocío, en la provincia de Huelva (Arq. Balbotín de Ortega y Delgado Roig), en 1963.

Debido a la situación económica difícil y las exigencias gubernamentales para obras públicas, la empresa «Luis Rank» de España fue disuelta en 1970.

Las bóvedas tabicadas de Max Rank en Baviera

Con el uso del hormigón más y más generalizado en las construcciones, a partir de 1918 la constructora «Hermanos Rank» siguió usándolo como siempre, pero sin la fuerza innovadora que fue el punto central de su negocio en los años anteriores a la guerra. A la vez, abrió su abanico de posibilidades constructivas de acuerdo con las técnicas óptimas de su tiempo.

Es Max Rank (1900–1975), el hijo de Josef, el que había entonces conocido la construcción de bóvedas tabicadas porque en los años de 1926 a 1929 trabajó en Sevilla. Después de esta estancia le hubiera gustado seguir trabajando en el extranjero, pero tuvo que rechazar las ofertas de trabajo que le llegaron de Rusia, América del Sur y Estados Unidos porque se le necesitaba urgentemente como gerente de la empresa en Múnich. En 1932 regresó tan solo por unos meses a España para reestructurar la «Luis Rank» después del fallecimiento de su tío Ludwig. Vuelve de nuevo a Múnich para ocupar la gerencia de la constructora hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial. No obstante, después de haber superado los años de crisis y reestructuración económica, Max puede volver a ocupar su puesto anterior a principios de 1947, cuando en Alemania inicia un tiempo de reedificación, marcado por la escasez; un tiempo que precisamente por estas circunstancias, a la vez impulsó la inventiva de la gente para resolver los problemas cotidianos: lo mismo es vigente sobre todo en la construcción, donde la falta de hierro y madera afectó a las constructoras.

Buscando soluciones estructurales practicables para la reconstrucción de los edificios históricos destruidos y para la construcción de viviendas nuevas en Baviera, se acordó de sus experiencias en España y de la construcción de bóvedas tabicadas que no requerían ni hierro ni mucha madera de cimbra para su fábrica. No sabemos a ciencia cierta si fue por casualidad o por búsqueda que adquirió, tan pronto como apareció, el libro que el arquitecto Luis Moya Blanco (1904–1990) había publicado en 1947 sobre *Las b*óvedas tabicadas en Madrid. (Moya, 1947) Se conserva un ejemplar del libro (sin acotaciones aclaratorias de Max Rank) en el archivo personal de Paul Basiner, exgerente de la empresa.

Lo que es reseñable, además, en este contexto, es que también existe en el mismo archivo la publicación de un discurso leído por el arquitecto Buenaven-

tura Bassegoda (1896–1987) el 26 de noviembre de 1946 sobre *La b*óveda *catalana*, que fue impreso en 1947 en Barcelona y el libro del mismo autor sobre *Bóvedas tabicadas*, publicado en el mismo año como Monografía N° 178 por el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Madrid, que se basa esencialmente en su discurso de Barcelona. Por falta de documentos personales no sabemos si Max Rank participó acaso en el discurso de Bassegoda en Barcelona. (Bassegoda, 1947 y 1947b) La pequeña biblioteca de Max Rank, conservada por Paul Basiner, es completada finalmente por el libro del famoso arquitecto Fernando Cassinello Pérez (1928–1975) sobre las «bóvedas de ladrillo», publicado en 1961 por el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, en Madrid. (Cassinello, 1961) Es sobre todo esta publicación que demuestra el interés sostenido en las bóvedas tabicadas del empresario. Por algunas fotografías de la construcción de bóvedas tabicadas en Barcelona y Madrid, fechadas en marzo de 1950 —que se conservan en el archivo de Basiner—, podemos suponer que Max Rank estaba allí para observar de cerca la fábrica.

No tenemos documentos escritos sobre las relaciones que aparentemente sostenía Max Rank con los autores de estos libros, pero en el archivo de Basiner encontramos fotos de un viaje que emprendió Max Rank en marzo de 1950 a Barcelona y Madrid, que son sumamente útiles para contestar esta pregunta. Las fotos evidencian que en Barcelona visitó obras en la Diagonal 259, Aragón s/n y Mallorca 234 donde fotografió las obras de construcción de escaleras con estructuras tabicadas y en el monasterio de Nuestra Señora del Monte Sion y en la iglesia de San Miguel de los Santos documentó bóvedas tabicadas ya terminadas y en construcción, respectivamente. Aún más elocuentes son las fotos que tomó en Madrid y que documentan una visita a la obra del Museo de América: un museo cuya construcción se había iniciado en 1943, a cargo de los arquitectos Luis Moya y Luis Martínez Feduchi y que fue inaugurado en 1954. Max Rank llegó en el momento cuando las bóvedas ya estaban terminadas y los espacios estaban todavía desocupados, esperando las instalaciones de la museografía. En algunas fotos está retratado un grupo de visitantes donde se reconoce a Luis Moya, quien está presentando su obra. Una foto adicional muestra una cúpula en una casa de campo en las afueras de Madrid, que bien puede ser una obra de Moya. Parece que la relación con Moya se sostuvo por algún tiempo, porque la última foto conservada representa la bóveda de una capilla en Gijón, explícitamente señalada como obra de Moya (figuras 3, 4 y 5).

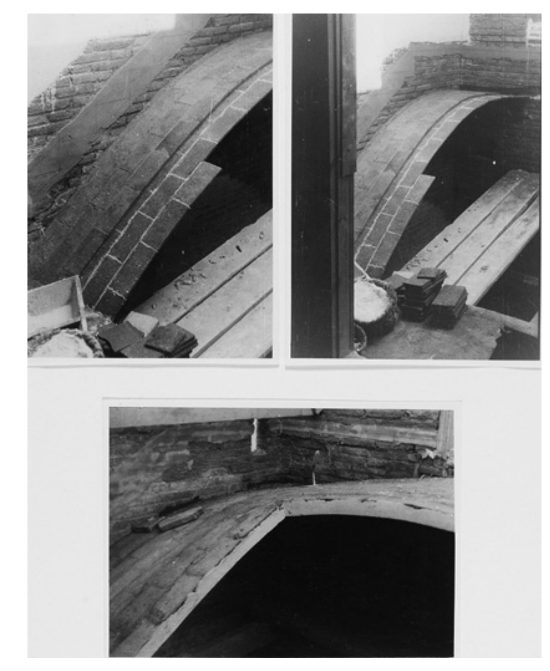


Figura 3
Fotos de Max Rank de 1950 destacando la construcción de la escalera en la casa de Diagonal 359, en Barcelona (Foto archivo Paul Basiner)

Provisto de estas bases teóricas, Rank buscó y contrató albañiles hábiles para formarlos en las técnicas de la construcción de bóvedas tabicadas y, para experimentar y explorar con ellos las posibilidades, ofreció esta tecnología tradicional para la reconstrucción de las bóvedas destruidas durante la guerra y también para construcciones nuevas. En julio de 1948 hizo sus primas pruebas estructurales con una bóveda experimental de 4,00 m de luz y 0,40 m de altura que soportó una carga máxima de 960 kilos por metro cuadrado (figura 6). En los años cincuenta asentó el procedimiento y las ventajas de las bóvedas tabicadas en un documento mecanografiado y con algunas fotografías, conservado en el archivo de Basi-

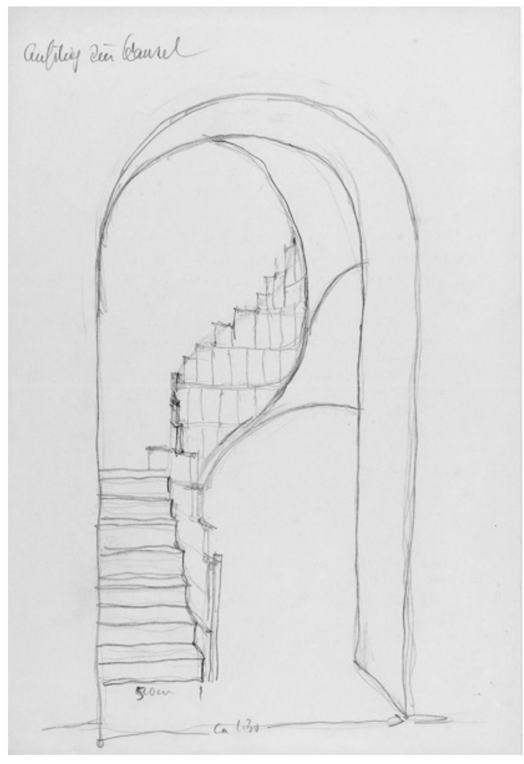


Figura 4
Dibujo de Max Rank de la escalera hacia el púlpito en los años cincuenta (Foto archivo Paul Basiner)

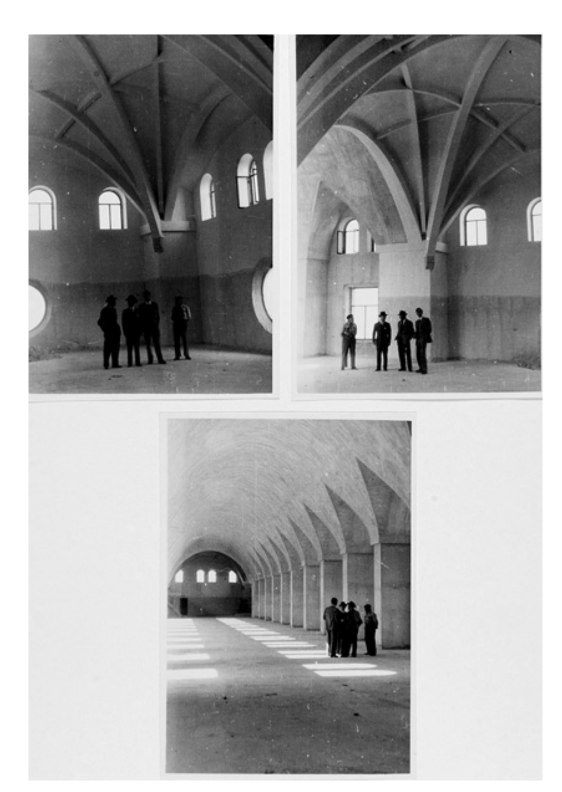
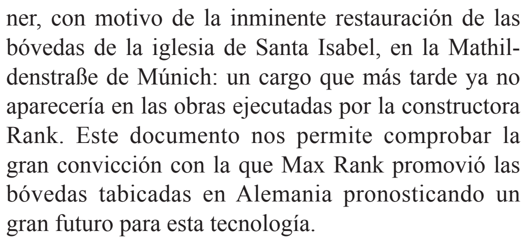


Figura 5
Las fotos que tomó Max Rank durante su visita al Museo de América, con Luis Moya, se guardan en el archivo de Paul Basiner



ner, con motivo de la inminente restauración de las bóvedas de la iglesia de Santa Isabel, en la Mathildenstraße de Múnich: un cargo que más tarde ya no aparecería en las obras ejecutadas por la constructora Rank. Este documento nos permite comprobar la gran convicción con la que Max Rank promovió las bóvedas tabicadas en Alemania pronosticando un gran futuro para esta tecnología.

El primer encargo apto para el extendido empleo de bóvedas tabicadas para la constructora, que ahora se llama «Baugesellschaft Gebr. Rank & Co.», se presentó en el año 1949 con la construcción del Banco Central del Estado (Landeszentralbank), con el arquitecto Carl Sattler (1877–1966). El edifico había sido diseñado entre 1938 y 1941 por el arquitecto Heinrich Wolff (1880–1944), el entonces director de las obras del Banco Imperial de Alemania (Deutsche Reichsbank) y fue terminado por Sattler entre 1948 y 1951.

Sattler, quien era oriundo de Florencia y admirador de todo tipo de bóvedas, ya tenía también sus experiencias pertinentes con las bóvedas tabicadas (Scherer, 2007, vol. 1: 82–86) y esto acaeció así: a pesar de que Sattler fue suspendido de sus posiciones en 1933 por el gobierno nazi por rehusarse a ingresar al partido, le ofreció el comisario para la industria de la construcción, el ministro Fritz Todt (1891–1942), en 1940, viajar a Italia para estudiar la construcción de bóvedas tabicadas con el fin de evaluar si era factible introducir esta tecnología en Alemania. Sattler había participado, al principio de su carrera profesional, en la construcción de bóvedas tabicadas en Forte dei Marmi (probablemente la Villa Apuana) en Florencia, donde el maestro albañil Francesco Tognocchi le había demostrado las ventajas de este tipo de construcción. En 1940 Sattler viajó oficialmente a Italia a estudiar con más

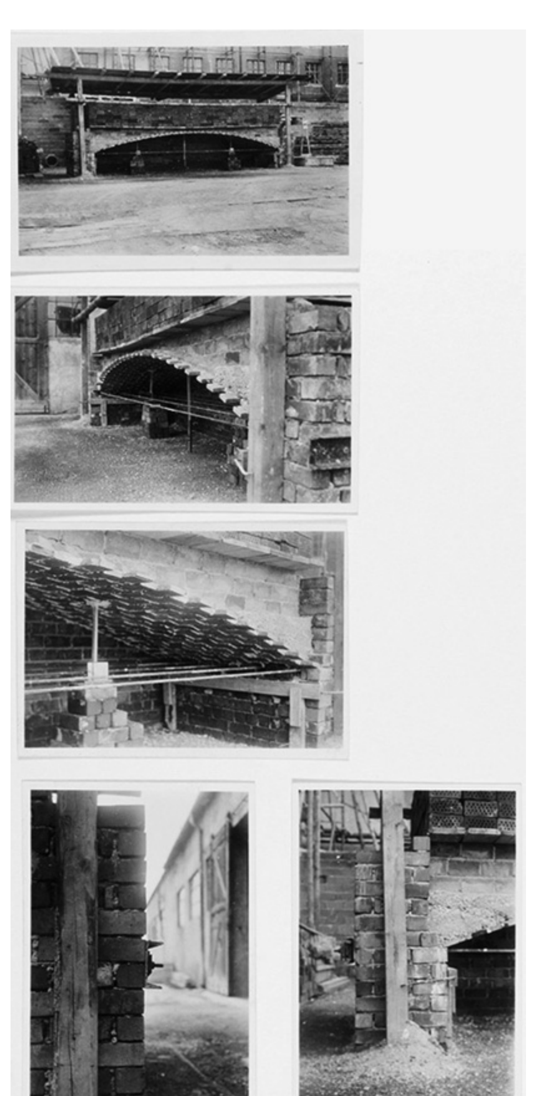


Figura 6
Hoja con las fotos de la bóveda experimental de Max Rank de 1948 (Foto archivo de Paul Basiner)

profundidad esta técnica en los alrededores de Milán y en la Toscana. Pero no solamente estudió las obras en curso y las concluidas, sino también construyó una cúpula modelo en la constructora de Guerri Luigi en Florencia para poder documentar fotográficamente el proceso de construcción (figura 7).



Figura 7
Fotos de Sattler de la construcción de una bóveda tabicada en Italia, entre los documentos de Max Rank (Foto archivo de Paul Basiner)

De regreso en Alemania constató en forma entusiasta que la técnica de la bóveda tabicada sí ahorraba madera y hierro en su fábrica y, además, era factible ponerla en práctica en Alemania, cumpliendo así con las expectativas de sus comitentes. Escribió un informe de su misión para el gobierno y publicó folletos y artículos en revistas de arquitectura donde describe las ventajas y los procedimientos de construcción. (Sattler, 1941: 1–42) En noviembre de 1940 ya encontró una fábrica de ladrillos en Ratisbona que tenía capacidad y disposición para producir los ladrillos necesarios. A partir de octubre de 1940 se esforzó por conseguir obras donde emplear la técnica, pero tan solo había un proyecto que planeó con bóvedas tabicadas que no se ejecutaría. (Scherer, 2007, vol. 2: 436) De las obras realizadas por él con bóvedas tabicadas queda como ejemplo la reconstrucción

del Castillo de Leutstetten, en 1937 (Scherer, 2007, vol. 2: 396–398) El catálogo de sus obras presenta como construcciones ejecutadas con bóvedas tabicadas en la posguerra, además del Banco Central del Estado en Múnich (Scherer, 2007, vol. 2: 456–460), el Banco Comunal de Baviera (Scherer, 2007, vol. 2: 449–452), construido entre 1945 y 1952 con tan solo una bóveda por reconstruir.

De tal manera coincidieron dos espíritus afines en esta obra del Banco Central del Estado y, desde luego, juntaron sus experiencias adquiridas en España e Italia. Se conservan, siempre en el mismo archivo personal, dos cartas de Carl Sattler, dirigidas a Max Rank el 4 de mayo y el 19 de julio de 1948, en las que discute el tema del mejor mortero para la construcción de las bóvedas que varía entre yeso, cemento «romano» y otro cemento que se usa en Italia. El yerno de Sattler que vivía en Florencia comentó que visitó unas obras actuales y mandó una muestra de ese cemento. Además, Sattler propone en la primera carta usar la práctica española de construir las bóvedas con capas múltiples de ladrillo, mientras en la segunda carta propone usar ladrillos huecos o tablillas de hormigón celular en la capa inferior para reducir el peso de la bóveda, y propone también hacer una bóveda experimental. Además, comparte sus ideas en qué techos del edificio las bóvedas serían una solución adecuada. Calcula que se podían cubrir 1.700 m² con bóvedas en el ático del edificio.

Las obras en el cuerpo del edificio del Banco Central se realizaron rápidamente entre 1948 y 1949, y la constructora «Hermanos Rank» fue contratada exclusivamente para ejecutar las bóvedas tabicadas. Aquí, los dos arquitectos finalmente emplean todo un abanico de posibles formas geométricas: en la sala de recepción son bóvedas de arista, en el casino (más bien, el comedor) es una bóveda de cañón con lunetos, en la sala de cajas es de cañón y en otras salas se usan diversas bóvedas de arista y de rincón de claustro. Todos los sofitos de las bóvedas quedan sin enfoscado, así que se puede apreciar el vistoso patrón del enladrillado. Es uno de los últimos proyectos realizados por Sattler y el único donde trabajó con Max Rank, para quien era una experiencia decisiva para futuros encargos (figuras 8 y 9).

Donde más se necesitaba la pericia de Max Rank en esos años de recuperación del país era en la reconstrucción de las bóvedas históricas derrumbadas durante la guerra.



Figura 8
Construcción de una bóveda del Banco Central (Foto archivo Paul Basiner)



Figura 9
El casino o comedor del Banco Central ya terminado (Foto archivo Paul Basiner)

El Templo de los Generales (Feldherrnhalle), en la monumental Plaza de Odeón de Múnich, había sido construido entre 1841 y 1844 por Friedrich von Gärtner (1791–1847) para el rey Ludovico I de Baviera, como copia de la Loggia dei Lanzi en Florencia y había jugado un rol poco digno en el Tercer Reich. En este edificio muy célebre Rank reconstruyó en 1949 la bóveda de arista que, en este caso, quedó enfoscado para recobrar el aspecto original del edificio.

En la tradicional Cervecería Mathäser (Mathäserbräu), demolida y sustituida por un centro comercial en 1999, se reconstruyeron las bóvedas de arista con linternillas en 1956. Para La Reiche Kapelle, en la

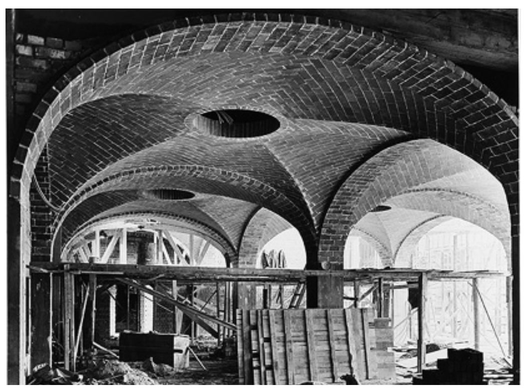


Figura 10
Una bóveda en la Cervecería Mathäser, en Múnich (Foto archivo Paul Basiner)

residencia de Múnich, se reconstruyó una bóveda sobre planta ovalada con lunetos y linternilla en 1957 (figura 10).

Obras mayores se ejecutaron, por ejemplo, en la reconstrucción de la cúpula principal en la ex-iglesia del colegio de Santa Ana, en Múnich (Ehemalige Kloster-und Damenstiftskirche St. Anna in München). La iglesia original fue construida por Johann Baptist Gunetzrhainer (1692–1763) en 1740. Parte de la iglesia y la bóveda principal fue destruida por un bombardeo en 1944. Las obras de rehabilitación se iniciaron en 1946 y tardaron hasta 1980 para terminarse. Entre los delegados para la restauración había apasionadas discusiones sobre el asunto de la bóveda, hasta que todos convinieron en la reconstrucción de la original como bóveda tabicada por Max Rank, cuyos albañiles ejecutaron las obras con maestría entre 1957 y 1958.

Otra obra importante fue la reconstrucción de la bóveda del Salón Blanco de la ex-iglesia de los Agostinos (Gewölbe im Weißen Saal der ehemaligen Augustinerkirche in München, in der Neuhauserstr), en 1961. La iglesia original, ya secularizada, había sido transformada por Theodor Fischer (1862–1938) para integrarla en la nueva dirección de policía en 1910, dejándola completamente desvirtuada. En el salón de 55 m de largo por 9 m de ancho, en la planta alta que estaba cubierta por la bóveda original de la iglesia, estableció el Salón Blanco cuya reconstrucción quedó a cargo de la constructora «Rank». Hoy se conoce como el Museo de Caza de Múnich (figura 11).



Figura 11
El Salón Blanco con la bóveda terminada (Foto tomada de Rank, 1987: 67)

Un edificio de gran valor arquitectónico para Múnich es la Gliptoteca (Glyptothek) en la Plaza Real, construida por Leo von Klenze (1784–1864) entre 1816 y 1830, en estilo neoclásico, para la colección de esculturas clásicas de Ludovico I de Baviera. Este edificio ha sido muy dañado, sobre todo en cuanto a las bóvedas y la decoración de interiores que se restauraron entre 1967 y 1972, principalmente por la constructora «Rank», desde luego con bóvedas tabicadas.

Inspirado por estas construcciones de restauración exitosas con bóvedas tabicadas, y la aceptación de ellos por propietarios y clientes, Rank recibió encargos más seguido, sobre todo en los años cincuenta, y pudo utilizar bóvedas tabicadas en edificios nuevos; desde luego, sobre todo en iglesias. Cubrió los espacios grandes y luminosos con bóvedas de cañón y con lunetos en su mayoría. En 1952 se quedó a cargo de la construcción de la iglesia de la Santa Cruz en Traunstein (Heiligkreuzkirche), cerca de Múnich, y entre

1953–1956 construyó una iglesia protestante (Evangelische Paul Gerhard-Kirche) en Laim, un barrio de Múnich, que fue diseñada por el arquitecto Johannes Ludwig (1904–1996) así como en 1962 la iglesia de la Steyler Mission en la Dauthendeystraße de Múnich. Entre 1953 y 1955 construyó la impresionante iglesia y el convento del Sagrado Corazón (Herz Jesu Kirche und Kloster) en la Buttermelchstraße de Múnich, de acuerdo con el diseño del arquitecto Alexander Freiherr von Branca, autor también de la embajada de Alemania en Madrid, construida por la «Luis Rank» de Sevilla. Una obra menor era la construcción de una capilla ardiente (Aussegnungshalle mit Leichenhaus) entre 1956 y 1957 en la Defreggerstraße en Haar, cerca de Múnich (figuras 12 y 13).

Conclusión y perspectiva

Este ejemplo de transferencia de tecnología constructiva demuestra la presencia y actualidad de las bóve-



Figura 12
Cúpula en la iglesia de Santa Cruz, en Traunstein (Foto archivo Paul Basiner)





Figuras 13 y 14
Iglesia protestante Paul Gerhard, en Múnich, durante su construcción y en servicio (Fotos archivo Paul Basiner)

das tabicadas en Alemania, donde hoy en día poca gente sabe cómo se ejecutaron estas obras de reconstrucción en Múnich durante la posguerra. Con el así llamado «Wirtschaftswunder» (milagro económico) en Alemania a partir de los años sesenta, parece que la constructora de Max Rank ya no ejecutó bóvedas tabicadas de importancia. Tal vez fue porque muchas de las bóvedas desplomadas a causa de la guerra ya eran restauradas o porque el estilo internacional que empezó a extenderse en la arquitectura alemana ya no contaba con detalles tan particulares.

Sin duda, es necesario destacar la importancia de la técnica de las bóvedas tabicadas y la promoción de este conocimiento, porque nos proporciona nuevas ideas y posibilidades de diseño arquitectónico y de restauración.

Notas

1. Agradezco a Elid Rafael Brindis (Lima, Perú) la redacción final del artículo.

Lista de referencias

Basiner, Paul. ed. 2012. *150 Jahre Rank –Fünf Generationen.* München: Druckhaus Koethen.

Bassegoda, Buenaventura. 1947. *La Bóveda Catalana.* Barcelona: Escuela Superior de Arquitectura.

Bassegoda, Buenaventura. 1947b. *Bóvedas Tabicadas.* Madrid: Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Monografía N.° 178.

Bühler, Dirk. ed. 2015. *Museum aus gegossenem Stein – Betonbaugeschichte des Deutschen Museums.* München: Deutsches Museum.

Cassinello Pérez, Fernando. 1961. *Bóvedas de Ladrillo.* Madrid: Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento.

Medina Warmburg, Joaquin. 2005. *Projizierte Moderne.* Frankfurt am Main: Vervuert.

Moya Blanco, Luis. 1947. *Las bóvedas tabicadas.* Madrid: Ministerio de la Gobernación – Dirección General de Arquitectura – Servicio de publicaciones.

Rank, Luis. 1961. *50 Aniversario, Luis Rank – Empresa constructora 1911–1961*. Madrid: Folleto de la empresa.

Rank, Max. ed. 1962. *Hundert Jahre Rank*. München: Gebr. Rank.

Gebr. Rank. ed. 1987. *125 Jahre Rank*. München: Bauges. Gebr. Rank & Co. München.

Sattler, Carl. 1941. «Leichtgewölbe in Italien». En: *Das Bauwerk*, año 15, cuaderno 1, enero de 1941.

Scherer, Benedikt Maria. 2007. *Der Architekt Carl Sattler – Leben und Werk (1877–1966)*. München: Martin Meidenbauer Verlagsbuchhandlung, 2 vols.

Schmidt, Hartwig. 2015. Vom Hofbräuhaus zum Deutschen Museum – Münchener Bauten aus Eisenbeton 1890 bis 1914. En *Museum aus gegossenem Stein – Betonbaugeschichte des Deutschen Museums*. Editado por Dirk Bühler. München: Deutsches Museum, 10–47.

Il cantiere della calce fra continuita’ e rinnovamento

Federico Bulfone Gransinigh
Francesco Amendolagine

> Venae quaedam alabastro tralucido persimiles lapideis montibus inveniuntur, quae neque mamor neque gypsum, sed inter utrunque sint, natura sui admodum friabiles. Is lapis tunsus et pro harena mixtus splendentes marmorei candoris sintillulas mi rifice referet.»[1] (Alberti 1485)

Leon Battista Alberti (*1404 †1472) qui allude alla calcite spatica che si forma nelle vene di alcuni banchi calcarei. Le ricerche condotte da Corrado Gratziu dell’Università di Pisa negli anni Novanta del Novecento, hanno messo in luce come gran parte degli intonaci romani fossero effettivamente confezionati con calcite spatica, che per diversa conformazione dei cristalli ha una resistenza maggiore della polvere di marmo a cui peraltro è molto simile nell’aspetto. (Daniele e Gratziu 1996)

Quest’annotazione è una cartina al tornasole evidente dell’interesse del trattatista nel mettere in evidenza il diverso modo di affrontare il problema della composizione delle mescole nel cantiere come espressione delle nascenti istanze rinascimentali che porteranno alla presenza di un cantiere specifico stucchivo e di un sotto cantiere detto dei gessini.

La trasformazione del cantiere tra il XIV e il XV secolo trova nella attenzione delle sovrapposizioni delle mescole uno dei temi che rivelano la diversa intenzionalità con cui si va aggiornando la produzione architettonica e decorativa in Italia nell’area centro settentrionale sottesa ai centri urbani afferenti alla sponda Adriatica, di Urbino, Rimini, Ferrara, Mantova, all’area veneto-lombarda, con le emergenze di Venezia, Padova e Verona, alla Capitale della Padania a cui fanno contrappunto le città di Firenze e Siena sul versante toscano; con l’assenza eclatante fino al 1500 della città di Roma, anno di trasferimento di Donato Bramante (*1444 †1514) nella Sede Papale, che la farà divenire la tappa terminale di questo processo evolutivo.

Non a caso in questa triangolazione si ritrova la pubblicistica che rivela come il ripiegarsi dei cultori moderni della sapienza del costruire e dell’ornare, i trattatisti umanisti, recuperino le prassi dai testi antichi, ponendoli al centro della ricerca, riscrivendo con nuova attenzione la trattatistica classica e proponendo la rilettura filologica dell’antico come il «vero moderno», come la lingua nuova, il senso dell’antico come senso della storia, come afferma Eugenio Garin, ripreso da Massimo Cacciari nel suo intervento all’interno della pubblicazione curata da Raphael Ebgi dal titolo *Umanisti Italiani. Pensiero e Destino* (Ebgi 2016).

La calce è la materia che più evidenzia questa ricerca filologica poiché essa diviene il termine, il vocabolo fondamentale del nuovo cantiere che va oltre «l’arte grossa» di quello medievale. Questa si può ancora cogliere nel Libro dell’Arte di Cennino Cennini da Colle di Val d’Elsa (inizio XV secolo) (Cennini 1859), dove ogni operazione, che prevede anche una mescola, non viene mai inserita in una visione di continuità all’interno di un processo, di un procedere *versus* un obiettivo complesso come è l’attua-

zione di un marmorino esterno. Questo comporta infatti problematiche d'interrelazione con quelle relative alla conformazione del muro di supporto o alle presenze lapidee che interrompono la cortina «smaltata» (figura 1).

Il *modus operandi* di Cennini è ancora l'*hortus* del manuale medievale, essendo sempre fondato su «hoperazioni di mano» che per quanto raffinate e con una *ratio* che è già nello spirito della scienza rinascimentale, rimangono comunque separate una dall'altra e scandite nel loro procedere per «ricette» evidenziate dalle titolazioni «El modo di colorire in muro in secco, e sue tempere» (Cennini 1859) e dall'interloquire «se vuoi ottenere», «se vuoi adornare», «se vuoi fare montagne in fresco e in secho». Non vi è mai una *consecutio* fra le varie «hoperationi» (Cennini 1859).

Per comprendere l'evoluzione della centralità dell'uso della calce è sufficiente constatare che alla fine del Rinascimento il cantiere della calce sarà omnicomprensivo coinvolgendo le strutture, le superfici interne ed esterne e gli ornati e andando a condizionare, con forti aggetti, anche il gioco delle volumetrie. La rivoluzionarietà e quanto sia stato lungo il processo temporale di tale eversione è possibile misurarli confrontando i risultati di tre cantieri che segnano il passo dell'insediamento della calce nel costruire rinascimentale.

Se si prende in considerazione la chiesa di Santo Spirito (dal 1428) di Filippo Brunelleschi (*1377 †1446) (figura 2), il palazzo del Te (1525–1535) di Giulio Romano (*1492 o 1499 †1546) (figura 3) e palazzo Capodiferro Spada (1548–1550) di Bartolomeo Baronino (*1511 †1554) (figura 4) si può verificare come eliminando dal primo le parti coinvolte dalla calce non avremmo quasi alcun cambiamento sostanziale; eliminando le lavorazioni nello stesso materiale anche dal secondo avremmo dei sostanziali cambiamenti ma sarebbe leggibile buona parte dell'impianto architettonico. Ma nel terzo, come poi in tutta l'architettura barocca, la calce è essenziale in ogni darsi dell'architettura e la scarnificazione dell'edificio comporterebbe un'impossibile lettura delle intenzioni progettuali dell'architetto e del programma iconografico del committente.

Il mondo della calce si fonda sulla ricerca oculata della logica delle sovrapposizioni, è *modus aerigendi* che si basa sullo «struccare», termine veneto utilizzato dal Cennino, cioè sullo spingere, sullo schiacciare e sul compattare, non materiali a sé stanti ma mesco-



Figura 1
Esempio di cortina muraria in un palazzo veneziano.

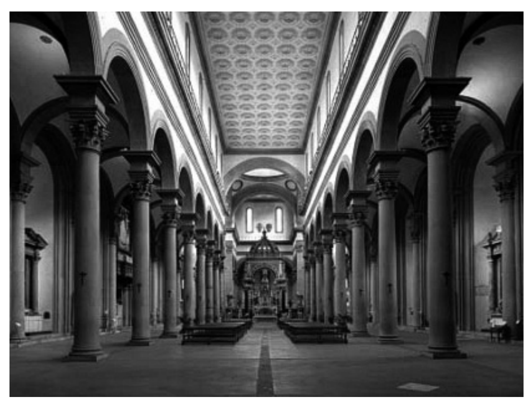


Figura 2
Filippo Brunelleschi, Basilica di Santo Spirito, Firenze.



Figura 3
Giulio Romano, Palazzo Te, Mantova.



Figura 4
Bartolomeo Baronio e riforma seicentesca di Francesco Borromini, Palazzo Capodiferro Spada, Roma.

le che trovano la loro efficienza nel combaciarsi, nel congiungersi fra loro.

E' un gioco sottile di sovrapposizioni che si attraggono e si compattano dove il risultato finale raggiunge più obiettivi determinati dal susseguirsi delle varie combinazioni e non dai materiali in sè.

Il problema dell'intonaco è uno dei momenti cruciali del darsi dell'edificio rinascimentale in quanto è legato intimamente al muro, dove la calce è già presente e partecipa al ruolo statico svolto dalla struttura muraria.

Leon Battista Alberti nel sesto libro inizia così il capitolo IX: «Che le cortecce di calcina, che si danno alle mura, debbono esser tre.» (Alberti 1784, 283).

Per qualsiasi tipo di rivestimento occorre l'applicazione di almeno tre strati d'intonaco il primo ha il compito di fare la massima presa sulla superficie del muro e di sostenere i rimanenti strati d'intonaco a esso applicati, funzione dell'ultimo è di dispiegare le attrattive delle decorazioni, dei colori e delle linee. Gli strati intermedi hanno l'incombenza di impedire e di porre riparo ai difetti dell'uno e dell'altro.

Infatti, si può sintetizzare: se lo strato ultimo ed esterno è troppo forte ed esercita sul muro una presa eccessiva, come è invece opportuno faccia il primo strato, tale forza produce all'atto dell'asciugarsi un gran numero di fenditure, ovvero, se il primo strato è troppo tenero, quale dovrebbe risultare l'ultimo, non farà presa con sufficiente efficacia sul muro e andrà in pezzi.

Più mani d'intonaco si daranno, più liscia e netta si potrà rendere la superficie e meglio resisterà al trascorrere degli anni. Si è osservato che gli antichi arrivavano talvolta ad applicare fino a nove strati.

Questa ricerca della logica della sovrapposizione porterà, alla fine del XV secolo, a quella ancor più complessa che si può definire del «rispecchiamento» dove non solo vi è una graduale sovrapposizione delle mescole partendo dalla muratura ma questa sovrapposizione si da, rispecchiandosi, sia verso l'esterno sia verso l'interno.

E' la soluzione tecnica sviluppatosi soprattutto in ambito lagunare fra il XV e il XVII secolo, frutto sia di tradizioni che affondano le loro radici nella cultura bizantina sia di sperimentazione continue legate allo sviluppo urbano nell'ambito lagunare che partivano dal rilevamento degli effetti dovuti alla presenza dell'acqua nel tessuto degli insediamenti e alla caratteristica elasticità della tecnica costruttiva palafitticola dove l'assestamento e suoi riflessi sugli edifici andranno considerati come fattori intrinsechi e non occasionali delle strutture edili (figura 5).

Il rispecchiamento come si da anche alla fine del processo di raffinamento delle mescole e delle sovrapposizioni, alla fine del XVIII secolo, può essere così sintetizzato. All'inizio vi è la cortina muraria costituita da mattoni ben disposti legati fra loro con la calce che doveva essere stesa con uno spessore fra il mezzo centimetro e il centimetro per favorire la presa dell'intonaco, cioè la successiva sovrapposizione.

Nel linguaggio di cantiere veneziano i mattoni si chiamano «pietre» (Portoghesi 2007) in quanto erano, nel XII secolo, l'unico materiale da costruzione per i muri se si escludono le pietre di fondazione e alcuni elementi marmorei di spoglio ed erratici disposti nelle murature nei passaggi di piano con funzione di rinforzo e protezione delle teste delle travi a sostegno delle pavimentazioni.

Pertanto il punto di partenza era una muratura di cotto compatto e calce spenta. Il primo strato di sovrapposizione sia verso l'interno sia verso l'esterno è una mescola di cotto tritato a granulometria diversa, grossa dai due ai tre millimetri circa e calce spenta, chiamato rinzaffo. Viene applicato al muro «al volo» con un deciso lancio a mezzo cazzuola.

Questa mescola, conosciuta sin dall'epoca romana e già citata da Catone, da Plinio e soprattutto da Vitruvio. Viene stesa sul muro bagnato fino al «rifiuto» dopo esser stato ben spazzolato in modo che la me-

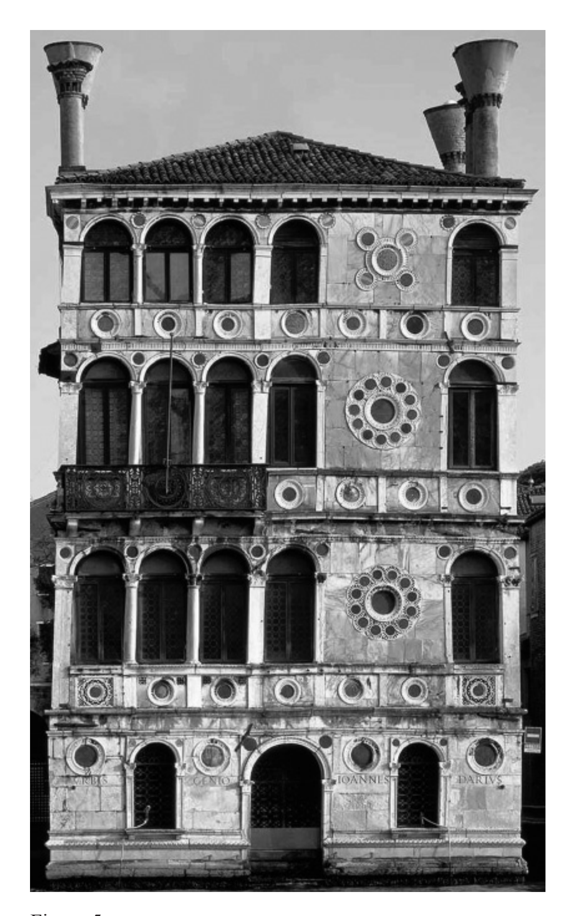


Figura 5
Ca' Dario, Venezia.

scola di cocciopesto e calce vadano a compattarsi sul supporto murario. In sequenza, la materia del muro si rispecchia nel primo strato sia interno sia esterno ottenuto con una mescola che riprende gli stessi materiali con una diversa consistenza. Il cotto è compatto nel muro di sostegno, frantumato, anche se in grossa granulometria, nel primo strato d'intonaco. La calce è sempre il collante e il mattone, da sostegno, si trasforma in inerte cioè in cocciopesto.

La pressatura e la sottile stesura determina la compiuta saldatura fra muro e primo strato.

Il secondo rispecchiamento si ha con il successivo strato, chiamato arriccio, con una mescola di calce, cocciopesto e sabbia, dallo spessore di circa un centimetro e mezzo o due, che si lega con forte pressatura col primo poiché vi è la presenza di calce come legante mentre alla sabbia e al cocciopesto spetta l'onere dell'inerte.

Cambiano le percentuali, rimane la pressatura e la sottigliezza degli strati. L'arriccio, infatti, può essere steso in più strati sempre più sottili e più pressati.

Il terzo strato si rispecchia nel secondo. Nella mescola prevale la calce, fino al cinquanta per cento e compare la polvere di marmo come inerte che ha il compito di eliminare l'effetto *craquel*é. Va steso con uno strato sottile di pochi millimetri e pressato fino a ottenere una lucidatura determinata dal calore della pressatura.

Questi tre strati vengono, oggi, tutti compresi nel termine di marmorino in quanto, come già affermato, la lavorazione a forte pressione dell'ultimo strato determina una lucidatura con effetto marmo.

Il terzo strato, pur nella similitudine di componenti la mescola, presenta nel rispecchiamento alcune piccole differenze nella lavorazione fra interno ed esterno. Infatti all'interno il marmorino viene tirato con la staggia e con la spatola metallica per portare la superficie a una perfetta lucidatura in quanto visibile da vicino, con effetti di ornato, destinata a essere supporto di partenza per proseguire ulteriormente nel decoro plastico, detto stucco forte, degli interni. All'esterno non si porta la superficie a una perfetta levigatura in quanto la lavorazione viene data a correre e si preferisce che la levigatura e il relativo effetto specchiante siano non continui e abbiano delle pause ottenute lasciando dei leggeri avvallamenti.

In ambito lagunare le facciate rinascimentali a marmorino sostituirono, alla fine del XV secolo, il fino allora dominante trattamento detto a *ragalzier* (figura 6), un finto ammattonato dipinto a fresco su intonaco caratterizzato, rispetto al marmorino, dall'essere monostrato, con una particolare attenzione all'effetto pittorico basato su due toni, il rosso mattone e il bianco-rosa della calce.

Il marmorino si presenta, nella maggior parte dei casi, con una leggera coloritura *blanc cassé*, se si utilizza nella mescola una polvere di marmo bianca; in quanto, caratteristica del marmorino, è quella di essere colorato «in pasta» cioè il colore viene inserito nella mescola sia sotto forma di polvere di marmo colorato o con pigmenti naturali.

La stesura del colore in mescola richiede una conoscenza approfondita delle sue reazioni in quanto non si può controllare l'effetto cromatico del pig-



Figura 6
Gentile Bellini, *Miracolo della Croce caduta nel canale di San Lorenzo*, 1500, Gallerie dell'Accademia, Venezia. Sullo sfondo si possono vedere i prospetti dei palazzi decorati a *regalzier*.

mento se non dopo l'asciugatura. La stesura dell'ultimo strato, finché è bagnato, non permette al colore di mostrarsi se non dopo circa quarantotto ore quando l'asciugatura incomincia a essere avanzata. Difficile è, ad esempio, il controllo delle sfumature tra il verde e l'azzurro che, a superficie bagnata, sono perfettamente uguali.

Una delle prime documentazioni visive recuperabili, nell'ampio panorama delle immagini urbane di Venezia, dalla fine del XV secolo al XVII secolo, delle superfici trattate a marmorino la si può ritrovare in una tela di Benedetto Rusconi detto Diana (1460 circa-1525) dal titolo «Miracolo della reliquia della Santa Croce», oggi alle Galleria dell'Accademia di Venezia (Figura 7), dove l'autore rappresenta l'evento miracoloso all'interno di una corte veneziana. Qui, una tradizionale scala esterna, sostenuta da una bifora con archi a tutto sesto, risolta con stilemi ancora quattrocenteschi, porta al riposo di un primo piano nobile di un palazzo la cui facciata è «smaltata» a marmorino dal colore ottenuto con polvere, probabilmente, di pietra d'Istria.

L'avanzamento dell'uso della calce è evidente già nel cantiere quattrocentesco soprattutto fiorentino e quando Leon Battista Alberti scrisse il suo trattato poteva basarsi su tre decenni d'intenso studio sulle testimonianze dell'antico degli artisti suoi contemporanei ma è grazie ai suoi approfondimenti sui materiali e sulle tecniche antiche che si aprono ricerche

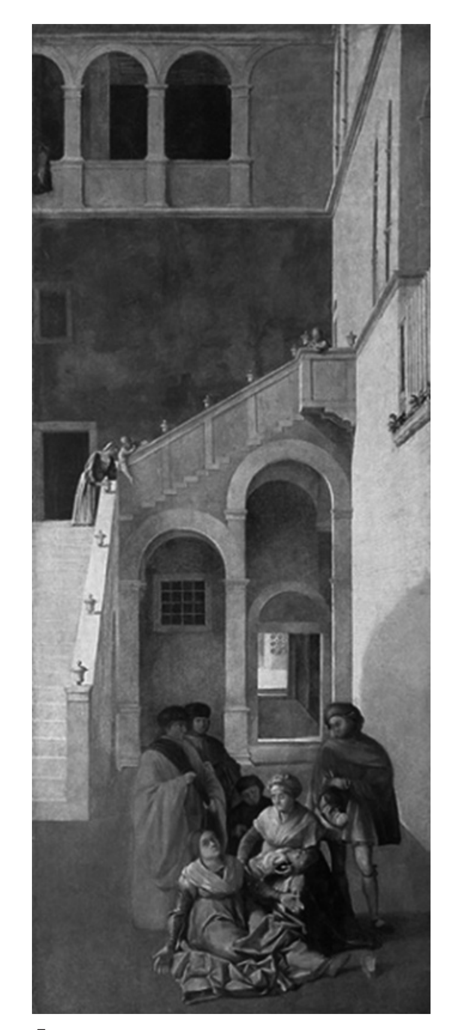


Figura 7
Benedetto Rusconi detto Diana, *Miracolo della reliquia della Santa Croce*, sala XX, Galleria dell'Accademia, Venezia.

sistematiche volte alla comprensione della τέχνη architettonica romana.

La problematica centrale del cantiere quattrocentesco diventa il rivestimento perché i costruttori si trovano a dover «struccare» la struttura che, abbandonando la statica gotica, è risolta dal muro continuo e pertanto con un agglomerato di materiali diversi incardinati con la calce, cioè una struttura discontinua che va protetta integrandola, creando una veste che si lega a questa intimamente per affinità materica e per

una tecnica esecutiva. Il «battere», lo «struccare» lo spingere forte sono elementi fondanti l'uso della calce nel cantiere del Quattrocento.

Non si tratta come spesso sostenuto di una povertà, di un'impossibilità economica. Se l'intonaco sostituisce la foderatura marmorea non è per una miseria o per una difficile reperibilità del marmo soprattutto in area toscana, dove esso è così pesantemente presente sia nel costruire «alla tedesca» sia nel cantiere rinascimentale.

Quello che cambia è una diversa logica costruttiva dove il legante, la calce, coinvolge tutti gli elementi costitutivi dalla struttura alle superfici protettive agli apparati decorativi.

L'architettura diventa l'arte del mettere per eccellenza non solo del sovrapporre ma dello stratificare sia orizzontalmente sia verticalmente. *(f.b.g.)*

Dalla trasformazione dell'Impero Romano, l'intonaco ritorna come elemento significativo della sintassi architettonica definito da una funzione connessa all'interezza della fabbrica e non più alla sola sovrapposizione delle murature presente ancora nel cantiere romanico.

Ma il fattore che nel cantiere rinascimentale darà un ruolo fondamentale alla calce, perché ne esalta tutte le caratteristiche materiche, sarà la lenta riformulazione dell'arte stucchiva classica nel XV secolo che costituisce, con la rilettura del significato di ordine, l'elemento più innovativo perché va a investire tutta la volumetria interna ed esterna del monumento. La manipolazione della mescola a base di calce è la tecnica che dà l'immagine e permette il distendersi di una lingua che richiede una nuova struttura produttiva.

Lo stucco forte, cioè a base di calce spenta e polvere di marmo, sostituisce quasi completamente in area soprattutto italica la presenza del gesso, che rimarrà alla fine del XVII secolo presente solo nella Sicilia meridionale, per ovvie ragioni climatiche in quanto non può essere, al contrario del marmorino, utilizzato all'esterno. Lo stucco forte diventa una lingua duttile che gli permetterà di esprimersi con tutti gli stilemi elaborati per quattro secoli dal Rinascimento al Neoclassico.

Lo stucco forte, infatti, nel gioco del rispecchiamento delineato nelle tre voci già citate, partendo da Roma e coinvolgendo l'Italia e l'Europa, continua a svolgere un ruolo fondante, giocato soprattutto all'interno delle architetture andando oltre alla resa visiva e materica del marmorino, superando il limite dell'analogia, della finzione marmorea.

Infatti sulla stesura dell'intonaco a marmorino a tinta unita si può operare ulteriormente attuando una decorazione plastica in aggetto che comporta sia la presenza di elementi architettonici quali lesene e colonne, sia la presenza di cornici e di figure dalle diverse sporgenze.

L'operazione è complessa e richiede notevoli conoscenze e abilità manuali. Dalla fine del XV secolo sull'intonaco a marmorino liscio e colorato si va sovrapponendo la plastica dello stucco forte.

Vengono appesi sulle superfici a marmorino interno grandi fogli in carta, oggi chiamata carta da spolvero, su cui sono tracciati disegni scelti in scala 1:1.

Il disegno eseguito a matita viene puntinato con spilli; questo permette di appendere il disegno, di passare con uno straccio intriso di polvere di carbone il disegno a matita, in modo che sull'intonaco a marmorino s'intraveda la traccia del disegno che si ritiene opportuno eseguire in stucco. Traslata sul marmorino l'immagine desiderata si procede a picchiettare sulla superficie liscia all'interno del disegno stesso dove si prevede di modellare in stucco forte in modo che questo si aggrappi alla superficie liscia del marmorino.

A questo punto, se non vi è bisogno di chiodature o di ampie strutture di supporto in quanto si è al di sotto di uno spessore di due o tre centimetri, si procede all'esecuzione dell'ornato in stucco forte. Poiché è necessario controllare il disegno dall'alto dell'impalcatura, questo viene posto a terra ed esaltato visivamente, stendendo in modo uniforme la carbonella e lumeggiando il disegno con la biacca che diventa indicatore dell'andamento degli spessori. Si passa alla stesura dell'apparato decorativo.

La tecnica dello stucco forte viene sperimentata da Donatello (*1386 †1466) nella sacrestia di San Lorenzo (1439 circa-1443) dove non ebbe fortuna in quanto andava contro l'impostazione brunelleschiana del rapporto fra architettura struttura e decoro, ma al di là di quest'annotazione di carattere teorico-estetico, quello che dimostra l'esperimento donatelliano in stucco forte, agli inizi del Quattrocento, è che un artista come Donatello che incarna lo spirito sperimentale del rinascimento può riscoprire, attraverso le testimonianze materiche e la rilettura umanistica dei testi, una tecnica romana, riproporla inserendo anche delle varianti formali ma non può inventarsi un cantiere

che non c'è. Alla ricercata soluzione dei tondi nei pennacchi di mano di Donatello si contrappone l'imperizia della decorazione fitomorfa di contorno che rivela la mancanza di un cantiere di stuccatori (figure 8 e 9).

Sarà la trattatistica a evidenziare l'affermazione della mescola dello stucco forte. Questo termine non fu nemmeno utilizzato dall'Alberti, il quale rifacendosi a Vitruvio ne descrive però alcune caratteristiche come quando afferma per esso «invece di sabbia s'impiegherà una pietra bianchissima in polvere» che non può che essere il marmorino. Sarà però Francesco di Giorgio Martini (1439–1501/1502) a determinare linguisticamente per primo la formula dello stucco forte. Anche nel trattato di architettura che secondo la tradizione vasariana è del 1464 steso da Antonio Averlino detto il Filarete (1400 circa-1469/1470) si parla palesemente di una mescola di calcina e pietre di cui sono composte le decorazioni che egli dice di aver viste nel Colosseo, però non ne da una descrizione tecnica per quanto più volte promessa e non compare il termine stucco. E' da tenere presente che la prassi dello stucco, di Giorgio Martini, viene praticata sia attuando interventi stucchivi vincolati al paramento sia, al contrario, svincolati da ogni supporto. Le sue indicazioni teoriche, pertanto, si fondano su una prassi personale di cantiere, di bottega e di officina che gli permettono di traslare da un capo all'altro le proprie sapienze, di praticarle e di trasportarle all'interno del cantiere.



Figura 9
Donatello, Sacrestia Vecchia di San Lorenzo, Firenze. Tondo in cui è raffigurata a stucco l'ascensione di San Giovanni Evangelista.



Figura 8
Donatello, Sacrestia Vecchia di San Lorenzo, Firenze. Tondi intorno alla cupola centrale con i medaglioni a stucco degli Evangelisti e i quattro tondi con le storie della vita di San Giovanni Evangelista.

La trattatistica sembra trovare in Siena un punto di riferimento fondamentale in quanto a di Giorgio Martini, seguono due trattati sempre senesi, Vannoccio Biringuccio (1480–1537) che elabora la propria opera *De la pirotecnica libri X* fra il 1534 e il 1535 e infine il *Trattato di Architettura militare* di Baldassarre Peruzzi (1481–1536). Entrambi questi autori fanno riferimento al trattato del di Giorgio Martini che risulta pertanto essere la fonte di riferimento per la tecnica dello stucco nel passaggio epocale tra il Quattrocento e il Cinquecento. Con la figura di Giorgio Martini è possibile tracciare un asse che congiunge Siena con Urbino e attraverso il Bramante congiunge Urbino e Siena con Milano dove il Martini, chiamato da Gian Galeazzo Sforza nel 1490 opera assieme a Bramante e Leonardo (*1452 †1519) nel cantiere del Duomo di Milano (1487–1490). Milano diviene un punto di aggregazione che fa rientrare in

questa trama di contratti un altro trattatista che in questo periodo affronta le tematiche della calce che è Cesare Cesariano (1483–1543) da Varese, anch'egli in rapporto diretto con Bramante durante la sua permanenza a Milano. In tale città vi è in questo periodo una particolare concentrazione in un numero ristretto di artisti, di un sapere sia tecnico che teorico di altissimo livello e con un grado di comunicabilità fra i diversi attori, difficilmente riproponibile in altre sedi. Si ha la presenza di artisti teorici ma anche fortemente legati al cantiere come Martini e Bramante e un genio capace di sperimentare in vari settori come Leonardo e un teorico come Cesariano. La capitale lombarda viene ad assumere un tale ruolo in quanto qui le conoscenze pratiche e teoriche del Bramante, sintesi del sapere dell'area dell'Italia centrale, tra Firenze e Roma, vengono in contatto con quella che forse è la tradizione più continua e prestigiosa dello stucco come prassi di cantiere.

Questa sarà la grande rivoluzione del procedere nel costruire nella Roma dei primi del Cinquecento. La lezione bramantesca, così evidente negli stucchi progettati ed eseguiti nei pennacchi del nascente San Pietro, verrà assunta, all'interno del cantiere di Raffaello Sanzio (*1483 †1520), da Giovanni da Udine (*1487 †1564) e si trasformerà non solo in un diverso rapporto fra architettura e decoro ma soprattutto nella presenza di una nuova forza, il cantiere degli stuccatori che caratterizzerà per tre secoli la produzione architettonica in tutta la Penisola.

Nel suo conformarsi il cantiere degli stuccatori diviene la parte specializzata del cantiere edile. Nella raffigurazione della scuola di Raffaello la figura di Giovanni da Udine non sta seduta fra gli allievi ma in piedi a fianco del maestro. Con l'invenzione del cantiere degli stuccatori, nasce un settore economico all'interno del cantiere edile cui afferiscono notevoli somme sia da anticipare sia da ricevere; queste daranno al cantiere stucchivo un'autonomia e sopratutto un'identificazione sociale ed economica che lo porterà ad acquisire soprattutto un'autonomia artistica.

Il maestro plastificatore interviene a cantiere aperto, controlla l'esecuzione delle strutture da intonacare con la calce su cui si deve sovrapporre con il rinzaffo che può a scelta essere anche delegato al cantiere edile. Dal momento dell'esecuzione dell'arriccio, il cantiere degli stuccatori, avoca a sé tutte le responsabilità, compresa quella di assistere l'opera dei frescanti in quanto la mescola, detta intonachino in calce spenta e polvere di marmo è, con minore raffinatezza esecutiva, la medesima del marmorino.

Soprattutto è compito del cantiere stucchivo terminare le lavorazioni in atto fino a lasciare definitivamente lo spazio dell'impresa. Gli stuccatori sono, già dal cantiere tardo rinascimentale, gli ultimi a uscire e a consegnare il cantiere finito. Soprattutto devono chiudere l'opera di tutti gli altri attori ancora presenti, in particolar modo dei frescanti che durante il loro lavoro «sbordano» dalle cornici e dai riquadri.

E'importante questa fase di chiusura del cantiere perché si determina uno spazio fisico e temporale in cui l'opera degli stuccatori può introdurre varianti che possono andare oltre all'aspetto specificatamente decorativo e coinvolgere le architetture intervenendo, ad esempio, sugli elementi degli ordini, ampliando e riducendo gli impaginati architettonici e decorativi. Esemplari in questo senso sono i cantieri di villa Madama (figura 10) e di villa Giulia (figura 11), non a caso la prima è la grande impresa di villa lasciata in sospeso dopo il sacco di Roma e la seconda è la prima nuova impresa di villa dopo il sacco di Roma.



Figura 10
Villa Madama, particolare della loggia, Roma. Fotografia di Claudia Viggiani.



Figura 11
Villa Giulia, particolare degli stucchi di Federico Brandani, Roma.

Villa Madama, dopo il 1527, è uno dei pochi cantieri della Roma di Leone X rimasti aperti su committenza del nipote, Clementi VII, con la compresenza nella direzione del cantiere di Giulio Romano e di Giovanni da Udine. Clemente VII più volte invita il supervisore, Mario Maffei (*1464 †1537), Vescovo di Aquino dal 1520, a sollecitare la fine dei lavori.

In effetti il cantiere procede a rilento perché vi è di fatto in atto uno scontro fra i due artisti, Giulio procede più lentamente, vuole far prevalere la tecnica dell'affresco e i suoi forti cromatismi, la sua tecnica e il suo colore.

Mentre Giovanni vuole procedere più velocemente per soddisfare le richieste della committenza facendo prevalere la decorazione a stucco, più veloce dell'affresco, ed eliminando di fatto il colore dalla mescola.

Il Vescovo di Aquino, ovviamente, propende per accogliere le istanze di Giovanni da Udine fino a offrirgli la direzione solitaria del cantiere.

L'andata a Mantova di Giulio risolve alla radice la diatriba.

La raggiunta responsabilità del cantiere da parte di Giovanni da Udine, gli permette di cambiare il programma decorativo e, soprattutto nel vestibolo, sperimenta per la prima volta una decorazione eseguita tutta in opera, in stucco forte a racemi, libera in quanto senza una riquadratura geometrica e senza la prevalenza di pigmenti. E' il primo affermarsi deciso del cantiere degli stuccatori all'interno della struttura costruttiva all'inizio del XVI secolo, con a capo un'artista rinascimentale, Giovanni da Udine, capace di esprimersi ad alto livello e con più linguaggi e più tecniche: l'architettura, la pittura, la scultura; pertanto capace di incidere anche su aspetti architettonici così significativi su cui si erano ripiegati Raffaello Sanzio e Giuliano da Sangallo (*1443 o 1445 †1516).

Lo stesso problema si pone nel cantiere di villa Giulia ma, Jacopo Barozzi da Vignola (*1507 †1573), che dal punto di vista progettuale vuole riagganciarsi ideologicamente alla *Ecclesia Triumphans* di Leone X e per tanto vuole riproporre villa Giulia come segno di continuità architettonica e artistica con la Roma prima del Sacco, non accetta l'organizzazione del cantiere stucchivo all'interno della sua struttura.

Pur utilizzando lo stucco forte come mescola applicata a elementi architettonici come le lesene dell'ingresso, non li fa eseguire in opera ma in banco, cioè fuori cantiere e non da stuccatori bensì dalle forze del cantiere edile come è evidente dalla scarsa raffinatezza dell'esecuzione.

Le scelte sono ancora più evidenti rispetto alla volta di una sala del piano terra risolta con decori in stucco forte eseguiti in opera ma non utilizzando un cantiere stucchivo. Il Vignola attiverà una chiamata diretta di uno stuccatore affermato, Federico Brandani (*1520 †1575), che, in questo caso, lavora isolato e pagato, poco, all'interno del cantiere edile.

Il cantiere dello stucco è assente come sarà assente anche nell'importante lavoro successivo del Vignola, la villa di Caprarola. A villa Giulia, con lo spostamento del Vignola nel cantiere dei Farnese, Bartolomeo Ammannati (*1511 †1592) si approprierà del cantiere, con l'appoggio di Giorgio Vasari (*1511 †1574), portando a termine la villa con una nuova organizzazione. Questa pretende una significativa presenza di stuccatori sotto la sua guida e il suo esempio. Lavoreranno con la mescola sottesa allo stucco forte ed eseguita in opera, elevando di molto la qualità tecnica e artistica degli ornati del complesso. E' un ulteriore conferma dello strutturarsi del cantiere nella nuova formula che sarà vincente già nel cantiere manierista tardo rinascimentale ma che troverà, nella sapienza delle mescole a basi di calce, il suo trionfo mondo barocco. *(f.a.)*

Notas

1. Per una migliore comprensione del testo si riporta la trascrizione in italiano del 1784: «Ne' massi delle cave

di pietra, si trovano certe vene simili ad un trasparente alabastro, che non sono né marmo, né gesso, ma d'una certa natura mezzana fra l'uno e l'altro, le quali sono molto atte a disfarsi. Queste siffatte vene peste e meschiate in vece di arena mostrano certe scintille come di splendido marmo.» (Bartoli 1784)

Lista de Referencias

Adam, J. P. 1988. *L'Arte di costruire presso i Romani. Materiali e tecniche*. Milano.

Affanni, A. Portoghesi, 2011. *Studi su Jacopo Barozzi da Vignola*. Roma: Gangemi Editore.

Alberti, L. B. 1485. *De re edificatoria*. Firenze.

Amendolagine, F. Bulfone Gransinigh, F. Moussalli, A. K. 2016. La materia e l'opera di Bramante nella «Ritonda» di Santa Maria presso San Satiro. *Arte Lombarda*. Vol. 1. Milano:Vita e Pensiero.

Bartoli, C. 1784. *I dieci libri di Architettura di Leon Battista Alberti*. Roma: Giovanni Zempel.

Bazzotti, U. 2004. «Prede di mischio molto finissime» e «candido stucco». Tagliapietre, scultori e stuccatori nel cantiere di Palazzo Te. *Scultura in villa* a cura di F. Monicelli. San Giovanni Lupatoto: Bortolazzi.

Bergamini, G. e Goi, P. 2001. *L'arte dello stucco in Friuli nei secoli XVII–XVIII. Storia, tecnica, restauro, interconnessioni. Atti del convegno internazionale, Passariano-Udine, 24–26 febbraio 2000*. Udine: Comune di Udine, Civici Musei e Gallerie di Storia e Arte.

Biringuccio, V. 1540. *De la Pirotecnica libri X*. Venezia.

Bruschi, A. 2000. *Oltre il Rinascimento. Architettura, città, territorio nel secondo Cinquecento*. Jaka Book.

Cavaciocchi, S. 2004. *L'edilizia prima della rivoluzione industriale secc. XIII–XVIII*. Firenze: Le Monnier.

Cennini C. 1859. *Il Libro dell'Arte*. Firenze: Felice Le Monnier.

Dacos, N. Furlan, C. Cargnelutti, L., Bartolini, E. 1987. *Giovanni da Udine: 1487–1561*. Udine:Casamassima.

Daniele, D. e Gratziu, C. 1996. Marmo e calcite spatica di vena: termine di un equivoco sull'intonaco vitruviano, *Annali della Scuola normale superiore di Pisa Serie IV*, vol. 1,2. Pisa: Scuola Normale

Ebgi, R. 2016. *Umanisti italiani. Pensiero e Destino*. Milano: Einaudi.

Kruft, H. W. 1988. *Storia delle teorie architettoniche da Vitruvio al Settecento*. Roma-Bari: Laterza.

Peruzzi, B. 1982. *Trattato di architettura militare* a cura di A. Parronchi. Firenze: Gonelli.

Pollione, M. V. 2008. *De architectura* a cura di L. Migotto. Edizioni Studio Tesi.

Portoghesi, P. 2007. Introduzione. *Molino Stucky* a cura di F. Amendolagine e G. Boccanegra. Padova: Il Poligrafo.

Pozzo A. 1693. *Prospettiva de pittori e architetti*. Roma.

Rusconi, G. A. 1590. *Della Architettura ..., Libri Dieci*. Venezia.

Scappin, L. 2012. Colori e caratteri dei rivestimenti esterni ad intonaco: il caso veneziano, conoscenza e conservazione. *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari*, vol VIII A a cura di M. Rossi e A. Siniscalco. Associazione Italiana del Colore. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Vasari, G. 1550. *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori, e architettori*. Firenze

Vecchiattini, R. 2009. *La civiltà della calce. Storia, scienza, restauro*. Genova.

Tratadistas españoles en los sistemas de contrarresto para bóvedas novohispanas. Ensayo geométrico en 12 templos de la ciudad de Valladolid, hoy Morelia, México

Juan Cabrera Aceves

La investigación sobre el dimensionamiento estructural de las construcciones de fábrica de Nueva España y en particular sobre los sistemas de contrarresto que daban forma y medida a muros y estribos que reciben en sustento a las bóvedas de las iglesias edificadas durante esta época en suelo novohispano, sigue llevando al historiador de este arte, al imperioso deseo de conocer el tipo de formación y experiencia que tuvieron los arquitectos y constructores protagonistas de su construcción, así como los posibles bosquejos ó planos de monteas de estructura que mediante trazos geométricos o criterios de proporción utilizarían como sistema para cada caso, pero a falta o escases de esto, necesariamente se tiene que recurrir la medición física actual de estos elementos para compararlos en tiempo y lugar con los métodos y reglas de los tratados españoles e italianos que pudieron influir en el bagaje cultural de sus ejecutores, ya sea por haberlos leído y estudiado, o por haberlos aprendido en la transmisión gremial, que se daba muchas veces en secreto.

Los sistemas de trazo de contrarrestos que vienen del medioevo, están plasmados con aún mucha secrecía en algunos tratados italianos a partir del Renacimiento y en España en los siglos XVII y XVIII atravesando la época de los primeros avances de la Física que más tarde produciría el conocimiento de la Estática Gráfica. La resistencia se intuye más por el dominio de la verticalidad de las cargas gravitacionales sobre componentes horizontales [empujes], que por las características de los materiales, sin que éstos dejasen de tomarse en cuenta, en un trabajo exclusivo de los esfuerzos de compresión, cuyas resultantes de fuerzas se deberían mantener comprendidas en el interior físico de la forma.

Revisando los distintos criterios de dimensionamiento de elementos de contrarresto escritos por arquitectos o matemáticos españoles como Fray Lorenzo de San Nicolás, Simón García, Tomás Vicente Tosca y Antonio Plo y Camín, este trabajo los ensaya en 12 templos novohispanos construidos en la ciudad de Valladolid hoy Morelia, en donde pudieron corresponder en influencia transmitida a sus arquitectos ejecutores, no obstante que algunos de estos tratados fueron publicados con cierto desfase a su temporalidad, pero indudablemente venían recogiendo este conocimiento de otros que desde antiguo, se transmitían gremialmente en el recelo del oficio de generación en generación y pudieron corresponder a los sistemas empleados por los constructores de Valladolid.

La ciudad de Valladolid, hoy Morelia y sus templos novohispanos

La ciudad de Morelia Michoacán, ubicada en la zona central de México, fue fundada en 1541 con el nombre de «Nueva Ciudad de Mechoacán», sobre la loma de un valle llamado en lengua purépecha *Guayangareo*; para 1577 cambió su nombre a Valladolid (Herrejón 1991,39). Su suelo es una toba riolítica conocida como cantera. Hoy esta ciudad está inscrita en la lista del Patrimonio Mundial por la UNESCO.

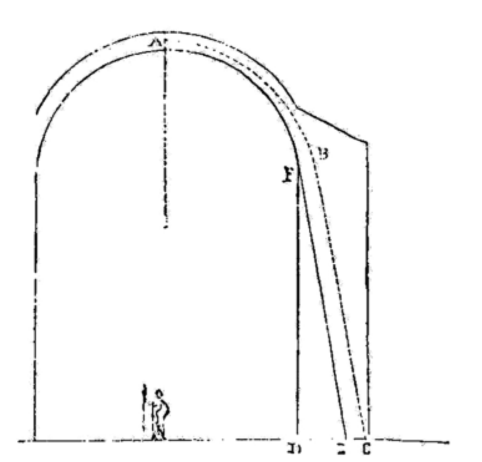


Figura 1
Trayecto de los esfuerzos a los muros y estribos de contrarresto por el empuje de una bóveda de cañón romana. E. Viollet-le Duc, publicado en *La construcción medieval*, Inst. Juan de Herrera, por Enrique Rabasa y Santiago Huerta.



Figura 2
Mapa de la Nobilísima ciudad de Valladolid, 1794. Hoy Morelia México.

La iglesia Catedral, una cúspide de cambio formal hacia 1660

Este proyecto de tres naves y cúpula centralizada venía entintado de los proyectos de catedrales españolas e italianas que después en el renacimiento europeo se disponían con cúpulas de tambor ó cimborrio octagonal o circular.

Su arquitecto, Vicencio Baroccio de la Escaiola, autor de sus planos originales y constructor por más de 30 años, inferimos que era italiano por sus apellidos y por su apodo que tenía desde antes de llegar a Valladolid, *el romano,* que su origen era de Roma, con nacimiento aproximadamente hacia el año 1600,

TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA

SIGLO XVI			SIGLO XVII			SIGLO XVIII					
1550	1585	1596	1660	1680	1696	1708	1732	1734	1736	1757	1760
SAN AGUSTIN	SAN FRANCISCO	EL CARMEN	SN FCO. XAVIER	LA CRUZ	SAN JUAN	GUADALUPE	LAS MONJAS	CAPUCHINAS	LA MERCED	LAS ROSAS	SAN JOSE
11.0	10.8	7.55	8.60	6.10	6.10	8.44	8.48	8.15	8.10	8.84	10.70

Figura 3
Cronología constructiva de 12 templos novohispanos de Valladolid /Morelia, con excepción de la iglesia Catedral.

ya que en 1672 declaró tener 72 años. (Ramírez, 1987,19).

Interesante lo es para la investigación de los sistemas de dimensionamiento, y de la consulta referenciada a tratadistas la condición de la jerarquía que sería necesaria para este nuevo proyecto, que para ser aprobado a Baroccio, en febrero de 1660 el virrey lo sometió a la revisión de arquitectos de México y Puebla, Luis Gómez de Trasmonte, Rodrigo Díaz de Aguilera, Diego de los Santos y Avila , Miguel de Aguilera , Martín López y Pedro Ramires, quienes vieron bien el proyecto en su planta y en cuanto a su repartimiento y cuestionaron a Baroccio si iba a poner cadenas de mampostería en la cimentación a manera de cuadrícula por los ejes de los pilares a las medias muestras de los muros, a lo que él dijo que sí, pero que «no las representaba en los planos porque no se acostumbraba a hacerlo, sino que se dejaba a disposición del maestro mayor de la obra». (Ramírez, 1987,66).

Respecto del proyecto de la cúpula, los arquitectos revisores del proyecto cuestionaron a Baroccio refiriéndose particularmente a lo dictado por «Sebastián Serlio en su tercer libro de antigüedades en la foja veinte y tres» (Ramírez, 1987 66). La razón estribaba en que la cúpula en proyecto se pasaba de altura a las proporciones recomendadas por este tratado y quedaba «desamparada y poco segura» respecto a la acción de los temblores; mientras que la otra mitad de arquitectos opinaban que sí se debía aprobar como se presentaba en el proyecto, pues sus medidas de gruesos de pilares, y macizos del cimborrio «tienen más grueso que lo que demanda el arte».

Sebastiano Serlio, apodado *el Boloñés*, fue uno de los tratadistas italianos más conocidos por su prestigio y por sus tratados llenos de ilustraciones, que fueron profusamente utilizados en el siglo XVI y XVII en Inglaterra, Francia, España y Nueva España; por cierto, desde la última década del siglo XVI, ya aparece en las bóvedas del templo de San Francisco (San Buenaventura) de Valladolid, un trazo moldurado tomado también de los tratados del mismo boloñés. (Villegas, 1978.Gonzalez 1995, 95).

Vicencio Baroccio de la Escaiola es contratado para ejecutar el proyecto y se encargaría no solamente de dirigir la magna obra, sino que él con sus propias manos trabajaría como aparejador, de lo cual debió estar calificado así, y tener experiencia para percibir sueldo por ambas categorías del oficio.

La obra catedralicia se suspende por unos años, y en 1701, treinta y siete años después al discutir de nuevo el proyecto, ya muerto Baroccio, el obispo de Michoacán se expresó así de él: «eminente como lo calificaban los arquitectos de su época» y al referirse a Matías de Santiago, discípulo de Baroccio ,a quien se le encomendó proseguir con la obra de las fachadas junto con Juan de Silva, se expresa que es «sumamente instruido en la planta y proporciones de dicha fábrica, como que había sido discípulo y asistido en ella a Vicencio Baroccio su maestro... habiéndole Mathías de Santiago en secreto, el corte de las piedras, trazos de monteas... y otras proporciones con que no se conocía su ignorancia en que había sido sumamente avaro e igualmente eminente...» (Ramírez, 1987, 22).



Figura 4
Vista lateral de la iglesia Catedral de Valladolid/Morelia.

Arquitectos constructores locales

El conocimiento formal de los inmuebles que aquí nos ocupan va aparejado con la identidad propia y de formación de sus arquitectos constructores protagonistas. El conocimiento dimensional a la que corresponden en el arte que pudo tener influencia en su diseño, recurriendo a los tratadistas que pudieron tener influencia ó coincidir con el bagaje de transmisión de ese conocimiento, que lo es en particular, el dimensionamiento de los elementos de contrarresto para resistir los empujes o fuerzas de componente horizontal que le proporcionan las bóvedas a los muros y estribos. La inexistencia localizable de libros de fábrica y contratos de arquitectos, que se debieron re-

gistrar en documentos, dificulta tener una nómina histórica más completa, de manera que solo podemos citar a algunos de los arquitectos locales:

En el Templo de San Agustín se ubica a Fray Diego de Chávez y a Fray Juan Bautista de Moya hacia 1550. Fray Diego de Salamanca inicia la bóveda hacia 1602; posteriormente Fray Rodrigo de Mendoza la termina. A Fray Diego de Basalenque se le menciona en la construcción de la cúpula y a Fray Juan de Liévana en los claustros del convento. A Fray Antonio Flores en la cimentación de la torre, que después prosiguió Vicencio Barrocio de la Escaiola para ser terminada por Fray Gregorio Cabello, [Dominico], hacia 1664.

En el Templo del Carmen se menciona a Francisco Chavida [padre], y a Francisco Chavida [hijo]; también a Andrés Chavida quienes intervinieron el templo, la torre y el claustro hacia 1626; a Fray Andrés de San Miguel (tratadista no publicado entonces) se le menciona en 1629 «interviniendo para enmendar lo que está errado»; a Vicencio Baroccio en 1659 en la «capilla de los Salceda», [al lado sur del templo].

En la Catedral, como ya se ha escrito, inicia en 1660, y se menciona con Baroccio a Juan de Santiago en 1671, y a Mathías de Santiago; en 1696 a Juan de Silva Carrillo, español, oriundo de Cádiz, examinado en Gibraltar como Maestro de Arquitectura y Albañilería. En 1703 a Juan Antonio de la Cruz, Alonso de Molina entre otros. En el templo de San Francisco Xavier, se menciona primero a un presbítero de apellido Sánchez Vaquero, como matemático y arquitecto. Hacia 1629 a Francisco de Chavida [hijo], en el anterior templo de Santa Teresa, que los mismos jesuitas hicieron; Se habla también de un contrato de proyecto con Vicencio Barrocio hacia 1660.En el Templo de Las Monjas se menciona a Lucas Duran en 1722 [padre], a José González [alarife], a Lucas Durán; Jacinto Nava y a Diego de Vargas en 1727, en las bóvedas. (Cabrera 2007,293)

Arquitectos tratadistas españoles de los sistemas de contrarresto

Simón Garcia , titular del manuscrito de 1681 (y publicado mucho tiempo más tarde), titulado «Tratado de Arquitectura y simetría de los Templos» (García 1681), donde él mismo advierte que gran parte del manuscrito lo recoge de Rodrigo Gil de Hontañón, ambos participantes ejecutores de la Catedral de Salamanca en distintos tiempos. En este manuscrito aparte de abordar la modulación de las partes del templo por Antropometría y Geometría, describe el dimensionamiento en respuesta a la solicitación estructural con varios métodos para el trazo de los espesores de muros, estribos, bóvedas, arcos y cimientos, considerando los aspectos formales; también escribe la consulta a numerosos autores consultados de donde se puede deducir la importancia de los contenidos, aunque no particulariza su correspondencia a cada autor, pero para la pertinencia de este ensayo, se ve sustentado en una transmisión del conocimiento una muy buena cantidad y calidad de autores de antiguo, y heredado también en la práctica gremial con la secrecía que fuera necesaria según la época, los medios y las circunstancias de beneficio. Curiosas expresiones de Simón García al referirse al criterio de los arquitectos para dimensionar los estribos de un templo, escribe «Aunque si les preguntan porque ra-



Figura 5
Portada del tratado: *Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos*, Simón García, 1681.

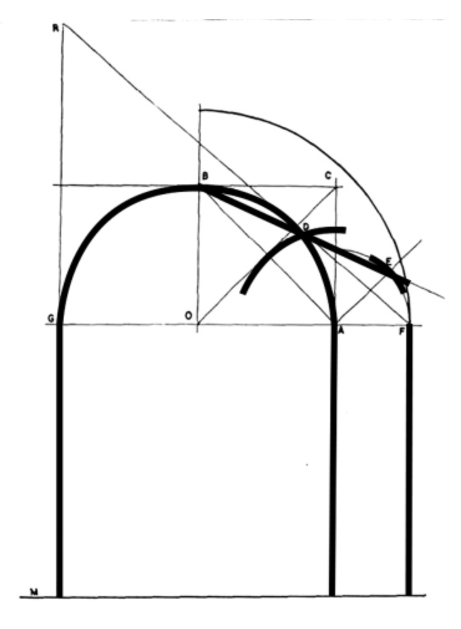


Figura 6
Trazo tipo tomado en este trabajo para los ensayos de revisión del estribo ó contrafuerte a partir del radio de la bóveda, Simón García, (f. 19v y 20r)

zón lo hacen no lo dirán»…y «preguntando porque sabremos ser aquello bastante estrivo, se responde porque lo ha menester, mas no porque razón» (García 1681, Cap. 24).

Rodrigo Gil de Hontañón, probable autor de la mayor parte del manuscrito de Simón García, participó en las construcciones de las iglesias catedrales de Salamanca y de Segovia, con su padre Juan Gil de Hontañón y su hermano Juan Gil, el Mozo, desde antes de 1526.También la fachada de la Universidad de Alcalá de Henares, y el Palacio de Monterrey en Salamanca, entre otros; (Drewes1977, 59). Se habla tenía numerosos compromisos con otras fábricas importantes (Cortón de las Heras, 1997), de manera que fue una familia de los arquitectos más cotizados del periodo protorenacentista español que transmitieron los conocimientos de generaciones anteriores del mismo gremio.

Fray Lorenzo de San Nicolás, arquitecto agustino que nació en Madrid hacia 1595 y falleció también en Madrid en 1679. Fue un arquitecto que gozó de mucho prestigio como teórico y constructor; Escribió el magnífico tratado «Arte y Uso de Arquitectura» en 1639, en donde en su capítulo XXIII trata de la «Fortificación de un Templo», estableciendo solo relaciones de reglas de proporción aritmética, en donde por encima de todas las variantes de combinación, establece que «…se lleva que cualquiera templo tenga de grueso en sus paredes la tercera parte de su ancho» pudiendo combinar 1/6 para los muros y el resto para los estribos en cumplimiento del tercio. Distingue si la bóveda no es de piedra y lo es de ladrillo para solo darle la cuarta parte en lugar de 1/3, así de ´que si las bóvedas son de cañón corrido, al no llevar éstas estribos se les dé 1/5 parte del ancho del templo a los muros. (San Nicolás F.L. 1639, Cap. XXIII). Distingue además la diferente transmisión de la carga de las bóvedas a los muros según la forma de éstas. Fray Lorenzo es el único tratadista que no detalla la dimensión de contrarrestos por geometría, sino en base a proporción de reglas aritméticas. Para nuestro caso, aparte de las ya referidas anotaremos que en el citado capítulo recomienda dimensionar la estribación total

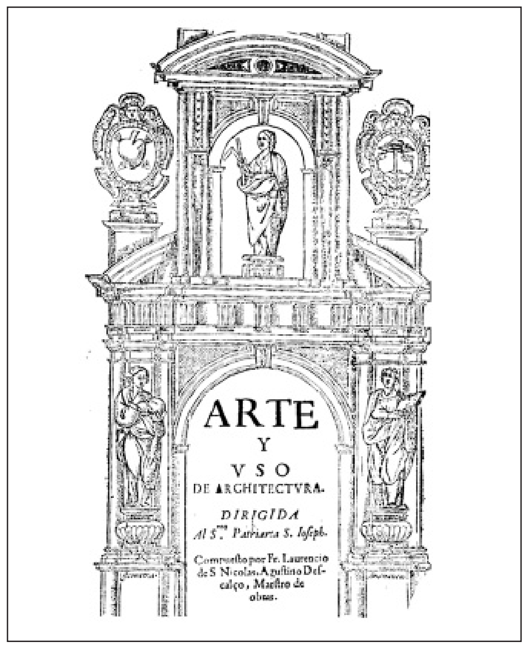


Figura 7
Portada del tratado *Arte y Uso de Arquitectura*, 1639, de Fray Lorenzo de San Nicolás.

a 1/3 del claro de los muros, siendo 1/6 para los muros y 1/6 para los estribos, si la bóveda es de piedra ó bien cohesivas.

Tomás Vicente Tosca, matemático sabio, filósofo y arquitecto, presbítero de la *Congregación del Oratorio de S. Felipe Neri de Valencia*, nació y murió en esa ciudad [1651–1723]; profuso escritor cuyas obras voluminosas de matemáticas y de filosofía se publicaron en muchos países de Europa con sumo aprecio. Se le atribuye la construcción de iglesias, teatros y puentes. Su tratado que aquí nos ocupa se titula *Tratado de la Montea y Cortes de Cantería* de 1727. Su nombre figura en el *Catálogo de Autoridades de la lengua*.

Antonio Plo y Camín, maestro de obras y arquitecto autor de la cúpula de San Francisco el Grande de Madrid [1761–1770], cuya cúpula lleva 33m de diámetro; aun cuando su formación como arquitecto institucional fue polémica en su reconocimiento, su práctica constructiva así como su tratado *El Arquitecto Práctico, Civil, Militar y Agrimensor*, de 1767, dividido en tres libros sí tuvieron amplio reconocimiento y divulgación.

TRATADO DE LA MONTEA
Y
CORTES DE CANTERIA
QUE COMPUSO EL DOCTOR THOMAS Vicente Tosca, Presbytero de la Congregacion del Oratorio de S. Felipe Neri de Valencia.
SEGUNDA IMPRESSION.
CORREGIDA, Y ENMENDADA DE muchos yerros de Impression, y Laminas, como lo verà el curioso.
DEDICADO
AL EX.mo SEÑOR CONDE DE ARANDA, &c.
CON PRIVILEGIO.
En Madrid: En la Imprenta de Antonio Marin. Año 1727.
Se hallarà en la Libreria de Juan de Moya, frente de las Gradas de S. Felipe, y en Casa de D. Jayme Marquès, vive en el Santo, y Real Monte de Piedad de esta Corte.

Figura 8
Portada del libro *Tratado de la Montea y Cortes de Cantería,* 727, de Tomás Vicente Tosca.

El dimensionamiento y trazo de las bóvedas, de sus directrices formas materiales y espesores, es materia de otro estudio también realizado, en donde la racionalidad distintiva de la forma en relación a la direccionalidad de sus cargas y así el tipo de contrarresto con estribos ó sin ellos, se distingue de los templos ensayados solo dos, que lo son el templo de San Agustín que es una bóveda de cañón corrido de arco rebajado, la cual reparte su carga linealmente en los muros, no obstante así, éstos más tarde tuvieron que ser reforzados con estribos, y la del templo de San Francisco, cuyo trazo de manto extendido en doble curvatura adquiere por su forma un reparto hacia los arcos fajones y casi nulifica su carga hacia los muros. El universo restante son bóvedas de arista apoyadas en arcos fajones y formeros concentrando la carga puntual en la zona de estribos. El estudio en comento toma en su marco teórico varios comparativos del libro: *Breve Tratado de todo género de bóvedas* de Juan de Torija, de 1661.

EL ARQUITECTO
PRACTICO,
CIVIL, MILITAR, Y AGRIMENSOR,
DIVIDIDO EN TRES LIBROS.
El I. contiene la Delineacion, Transformacion, Medidas, particiones de Planos, y uso de la Pantómetra.
El II. la práctica de hacer, y medir todo genero de Bobedas, y Edificios de Arquitectura.
El III. el uso de la Plancheta, y otros instrumentos simples, para medir por el ayre con facilidad, y exactitud, y nibelar regadios para fertilizar los Campos.
COMPUESTO
POR DON ANTONIO PLO Y CAMIN,
Profesor de estas Ciencias.
QUIEN LO DEDICA
AL M. ILº SEÑOR
FR. DON ANTONIO MARIA
Bucareli, &c.
CON PRIVILEGIO.
EN MADRID: En la Imprenta de Pantaleon Aznar. Año de 1767.

Figura 9
Portada del tratado El Arquitecto Práctico, 1767, de Antonio Plo y Camín.

Observaciones descriptivas de los ensayos

El templo novohispano de Valladolid, nació tempranamente con tres modelos del esquema conventual, en donde se encuentran definitivamente dimensiones que obedecen a una cultura generalizada del siglo XVI.

En la primera mitad del siglo XVII prácticamente no hubo empresa constructiva en la ciudad. Es hasta 1660, con el gran detonador que lo fue la construcción de la Catedral de la Transfiguración, cuyo proyecto y construcción se considera en más ambicioso en su tipo del siglo XVII en Nueva España, cuando se desarrolla la efervescencia constructiva en la ciudad, ya que se construyen más de diez grandes templos durante su periodo constructivo, que duró poco más de 80 años, y donde el dimensionamiento de los templos experimenta un cambio notable en sus proporciones y grosores de estribos, sino una generalización de proporciones que disminuyen en medida con respecto a los tres anteriores del tipo conventual.

En la relación de ancho y altura de los muros, espesor de estribos y ancho de la luz de las naves, ancho de muros, etc., se observan constantes que denotan moda y tendencia. La tendencia definitivamente tiene excepciones que no modifican la regla, ya que son casos con características particulares bien identificadas, que además aportan a la cultura del dimensionamiento formal.

La visual de relaciones encontradas en términos de su etapa constructiva en cada centuria son:

En el siglo XVI el dimensionamiento de la planta del templo en la mayoría de los casos resulta un prototipo. No solo en la proporción Largo/ancho de 4.5, sino la constante de medidas interiores de 11x 50m, que corresponden aproximadamente 40 × 180 pies castellanos. El establecimiento franciscano de Morelia, si bien fue el primero en fundarse, no es el que ahora vemos, sino que éste se inicia hasta 1585 y se termina en 1610, según fecha inscrita en el mismo edificio.

El templo del Carmen es el primero que rompe el prototipo ya en las postrimerías del siglo XVI, [1596], reduciendo la luz o claro interior del templo y elevando la relación de altura en los muros hasta llegar al cuadrado. La relación entre la altura de los

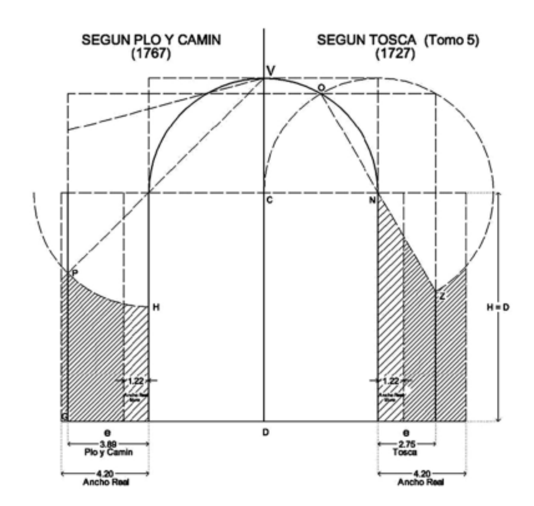


Figura 11
Ejemplo de ensayo del trazo tipo en cuanto a los criterios de T. V. Tosca y Antonio Plo y Camín para el templo de San Agustin de Valladolid/Morelia.

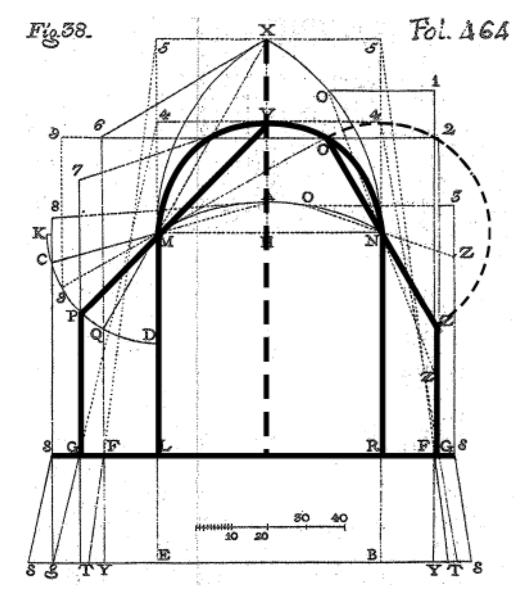


Figura 10
Trazo tipo para dimensionar los elementos de contrarresto que reciben bóvedas, (derecha el sistema de T. V. Tosca e izq. el propuesto por Antonio Plo y Camín), Siglo XVIII, tomado de (Plo y Camín, p.464 fig. 38.

muros y el ancho del templo es robusta. La posibilidad de haber sido previamente cubiertas con viguería de madera y posteriormente haber incorporado las bóvedas sin más elevación de muros que las que ya se tenían, fue al parecer una de las razones para esta falta de elevación de estos templos conventuales comparados con otros de la época en México.

La medición de la estribación total de contrarresto al empuje de las bóvedas, [suma de espesores de muros y estribos], coincide en el caso de San Agustín, [1550], y San Francisco [1585], teniendo un poco más de 1/3.

La dimensión del espesor de los muros o bien de los estribos, nunca es inferior a 1/9 del claro ó luz transversal de la nave, y coincide mucho el manejo de este valor dado indistintamente al muro o al estribo, pero no se descuida que la suma de espesores o estribación total sean igual ó mayores a 1/3 de la luz ó claro de la nave.

En algunos casos en la estribación total he tomado en cuenta la dimensión de las pilastras interiores ó medias muestras, cuando sus dimensiones claramente indican su intención de participar en el contrarresto del empuje.

Los muros del templo de San Agustín de Morelia, para un interior de 11 m de luz de la nave, parecen sugerir que los contrafuertes ó estribos situados en el exterior del muro norte, no son de origen y son agregados en objeto de refuerzo, ya que es notable en los aparejos del muro citado, una etapa constructiva de menor altura, teniendo los muros 1/9 parte del claro y al cubrir con bóveda, incorporaron los citados estribos de grandes espesores, que no reciben una descarga puntual, ya que la bóveda es de cañón corrido rebajado.

En el siglo XVII, son pocos los modelos representativos que se tienen en la ciudad, ya que hasta su segunda mitad se empezó la construcción de la iglesia Catedral, con proyecto formal de tres naves, siendo las colaterales más bajas y su relación Largo/ancho a 2.5, le provee de una capacidad resistente para elevar sus alturas hasta la dupla proporción.

Del templo de San Francisco Xavier, cuyo proyecto se menciona desde el siglo XVII asociado con el arquitecto Baroccio de la Escaiola , constructor de Catedral, no se sabe aún si es el proyecto que hoy vemos, existiendo autores que ubican su construcción hacia principios de siglo XVIII, y con otro proyecto modificado. En todo caso, es el primer templo del siglo XVIII en la ciudad, y aún mantiene su relación ancho/altura de muros en el cuadrado. La dimensión de su espesor de muros se aproxima a 1/6 del claro, la de sus estribos a 1/5, y la estribación total sobrepasa el de 1/3. Con este templo podemos notar el inicio de una evolución del prototipo de la planta que en el siglo anterior se presentaba con dimensiones de los templos conventuales. Hacia 1680, la construcción del Templo de la Santa Cruz, y para 1696 el templo de San Juan Bautista curiosamente tienen en su nave la misma dimensión de luz o claro interior, que son [6.10m].

El templo de San Juan, que como se ha anotado, también se dispone con el mismo ancho de muros que representan 1/6 del claro, pero su estribación que es exterior es de 1/5, relación encontrada también en forma usual, para resultar con una estribación total que llega a 1/3. Sus bóvedas tienen la formalidad de platillo ovalado, y la altura de muros es baja, ya que ni siquiera llega a formar el cuadrado. Este siglo representa el siglo de la madurez constructiva de la arquitectura novohispana en la ciudad.

El Santuario de Guadalupe [1708], se presenta ya con una altura de muros que supera el cuadrado y resuelve el espesor de sus muros sobrepasando 1/6 de la luz de la nave. El espesor de estribos se vale de las pilastras interiores resolviéndose con ello también en 1/6 y la dimensión del estribamiento total llega a 1/3.

El templo de Las Monjas [1732], presenta el mismo tipo de proporción en planta, y aun cuando el espesor de los muros sí sobrepasa a 1/6 del claro ó luz de la nave, y el espesor de los estribos se dispone al mínimo (1/9), quedando la dimensión del espesor de la estribación total que se reduce a solo ¼ del claro, sin embargo, el templo de Capuchinas [1734], muy contemporáneo al de las Monjas sigue manteniendo la proporción de dimensionamiento del espesor tanto de sus muros como de sus estribos a 1/6 de la luz y la estribación total llega a 1/3.

El Templo de la Merced [1736], también contemporáneo con los anteriores, al parecer se disponía anteriormente a menor altura de muros y probablemente con cubierta de envigados, y por tal motivo sus estribos no coinciden en la concurrencia de los arcos fajones interiores que sustentan la bóveda , la cual se ha resuelto recibiéndola en pilastras interiores o medias muestras adosadas a los muros, que en su base miden 0.9m, por lo anterior, éste templo tiene un dimensionamiento interior de 1/6 en los muros y 1/9 de la luz de la nave en los estribos, llegando solo a ¼ en su estribación total.

El Templo de Santa Rosa de Lima [1757], todavía mantiene el cuadrado en la relación de su altura de muros y claro interior, escasamente llega a 1/3 en su estribación total, tomando en cuenta pilastras interiores. La fecha de 1757 está escrita en su fachada y se describe como reconstrucción total, sin embargo, es probable que se haya realizado sobre la misma planta y cimentación antes existente del tem-

Comparativa de los Ensayos del Dimensionamiento de Estribación total en los Templos Novohispanos de Valladolid Morelia

(Ancho de Muros + Estribos en Metros)

Templo	Año	Por Fray Lorenzo de San Nicolas	Por Simón García	Por Tomás Vicente Tosca	Por Antonio Plo y Camin	Ancho real del estribo
San Agustín	1550	3.66 m	3.02 m	2.75 m	3.89 m	4.20 m
San Francisco	1585	3.60 m	2.96 m	2.70 m	3.82 m	4.14 m
El Carmen	1596	2.52 m	2.07 m	2.22 m	3.15 m	2.52 m
San Fco. Xavier	1660	2.87 m	2.36 m	2.15 m	3.04 m	3.21 m
La Cruz	1680	2.03 m	1.67	1.80 m	2.54 m	3.28 m
San Juan	1696	2.03 m	1.67 m	1.52 m	2.16 m	2.10 m
Guadalupe	1708	2.81 m	2.32 m	2.49 m	3.52 m	2.82 m
Las Monjas	1732	2.82 m	2.33 m	2.50 m	3.53 m	2.24 m
Capuchinas	1734	2.71 m	2.24 m	2.40 m	3.38 m	2.58 m
La Merced	1736	2.70 m	2.22 m	2.39 m	3.38 m	2.03 m
Las Rosas	1757	2.94 m	2.42 m	2.21 m	3.13 m	3.00 m
San José	1760	3.56 m	2.93 m	2.68 m	3.78 m	3.43 m

Figura 12
Comparativa de los ensayos de trazo de los elementos de contrarresto de los cuatro tratadistas españoles contra las medidas

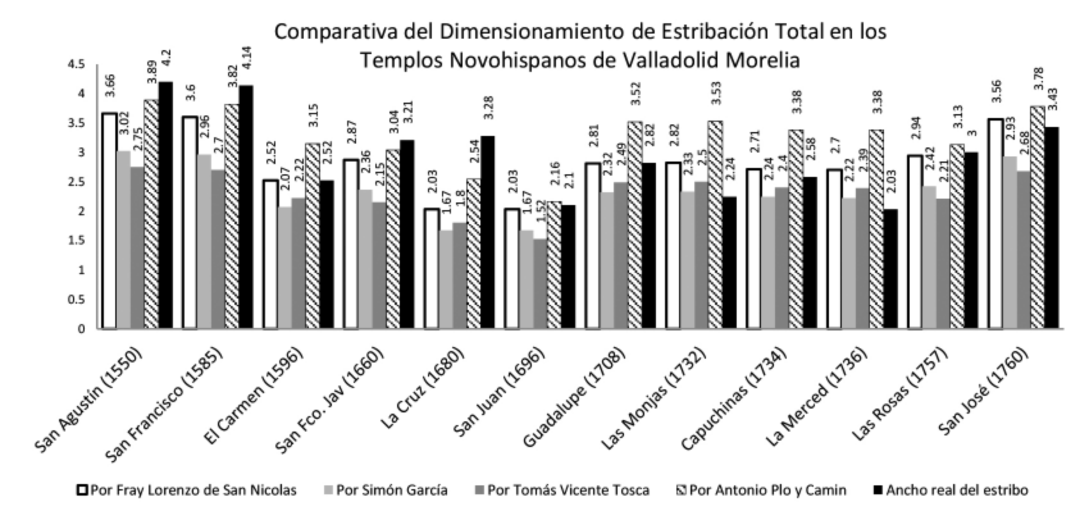


Figura 13
Comparativa de barras resultado de los ensayos de la estribación total por los diferentes autores contra las medidas reales de los elementos.

plo de Santa Catarina, que estuvo anteriormente en el sitio.

El Templo de San José, [1760], es el último edificado en este siglo, y se distingue de los demás en sus dimensiones; abre el claro interior de su planta a 10.70m y mantiene el cuadrado en su relación altura de muros y ancho de su nave. Las dimensiones de la planta actual corresponden aproximadamente a la relación manejada en el siglo XVI de 40 × 180 pies castellanos. La dimensión de espesores de muros se maneja a 1/5, la de los estribos a poco más de 1/9, y la estribación total llega a 1/3.

Conclusiones de los ensayos

De los resultados de los trazos en los templos de estudio, que están dados en las tablas de las Figuras. 12 y 13, podemos observar:

1. Existe congruencia aproximada en la dimensión de la estribación real de los templos con por lo menos 2 de los tres métodos de trazo ensayados.
2. En todos los casos la estribación real resulta por lo menos igual o mayor al dimensionamiento dictado por uno de los métodos.
3. Los puntos de coincidencia encontrados son:
   - 3.1. La estribación real de los templos de San Agustín y San Francisco, pertenecientes al siglo XVI, se aproximan notablemente a los métodos de trazo más antiguos escritos por Simón García y Fray Lorenzo de San Nicolás.
   - 3.2. La estribación real del templo del Carmen de 1596 coincide con lo recomendado por Fray Lorenzo de San Nicolás.
   - 3.3. La estribación real del templo de San Francisco Xavier, del 1660, se aproxima notablemente a los métodos de Tosca y Plo y Camín.
   - 3.4. El templo de la Cruz, se desfasa notablemente a razón de la disposición de su planta.
   - 3.5. Los templos de San Juan de 1696, el de Guadalupe de 1708, el de Capuchinas de 1734, el de Las Rosas de 1757 y el de San José de 1760, se aproximan notablemente al trazo de Tosca.
4. En todos los casos la estribación real resulta ser menor o igual al tercio del claro transversal ó luz de la nave, cumpliendo con esta regla que es la primera que enfatiza Fray Lorenzo de San Nicolás.
   Todo lo anterior da comprobación a la hipótesis planteada de que la esencia cultural del dimensionamiento en los templos novohispanos, si bien tienen cambio dimensional a partir del siglo XVII, ésta no obedece a los nuevos conocimientos estáticos de la época pre-científica ya publicados en Europa, en una etapa apenas naciente en ese siglo, y desarrollada durante el siglo XVIII. Resulta muy interesante aquí citar el texto de Simón Garcia «y si quieres saber qué tanta carga se le podrá encomendar a el tal arco del dicho estribo…»; (García 1681,19v.20r). con una descripción consecuente al trazo sobrepuesto de un triángulo rectángulo de cateto horizontal igual y equivalente en medida al claro de la nave más la estribación resultante, y así deja que la hipotenusa parta del punto F encontrado para el espesor del estribo pasando por el punto D que corta al arco y continuando hasta encontrar la elevación resultante del otro cateto «línea perpendicular por la elección del pie derecho, paralela con el hueco del dicho arco» (García 1681, 19v ,20r).; dando una valoración de la vertical que al multiplicarse por la carga unitaria, se encuentra la carga que puede soportar el arco, sin que aquí quede claro el dimensionamiento propio del grosor del arco, pero sí está dando pie a suponer que ya se tenía un conocimiento de estática gráfica que para su temporalidad aún no se conocía en forma científica institucional.
5. En el ensayo de arco estático ensayado con cargas reales en el prototipo de sección encontrado en los siglos XVII y XVIII, se contiene la cadena invertida de presiones en el interior de su espesor, y la valoración de la fuerza resultante tampoco se desplaza del núcleo del contrarresto.

Lista de referencias

Cabrera, Juan. 2007. *Templos Novohispanos de Valladolid/ Morelia*, Morelia Patrimonio de la Humanidad A.C., 293–294.

Cortón de las Heras, Ma. Teresa. 1997. *La Construcción de la Catedral de Segovia (1525–1607)*, Caja de ahorros y Monte de Piedad de Segovia, 47–65.

Drewes, Michael W. 1977. *Los tratadistas europeos y su repercusión en Nueva España*, Tesis de Maestría en Historia del Arte, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras.159, 158–165.

García, Simón, 1681.*Compendio de Arquitectura y Simetría de los templos*., en *Compendio y simetría de los Templos*, 1979. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, «Manuel del Castillo Negrete», Churubusco, México. Coordinados por Carlos Chanfón, Antonio Bonet Correa y Xavier Moyssen. 1–59v.

Herrejón, Carlos. 1991. *Los orígenes de Guayangareo-Valladolid*, editado por El Colegio de Michoacán, 37–39 México.

Plo y Camín, 1767. *El Arquitecto Práctico, civil, militar, y agrimensor, dividido en tres libros*. En Madrid: En la Imprenta de Pantaleón Aznar…Librerías París-Valencia S.L.,1998. Valencia.

Ramírez, Mina, *La escuadra y el cincel,* documentos sobre la construcción de la Catedral de Morelia, UNAM 1987, México, 21–62.

San Nicolás, Fray Laurencio ,1639 y 1664. Primera parte, *Arte y Uso de Arquitectura*, Colección Juan de Herrera, Albatros Ediciones 27–32.

Tosca, Tomás V., 1727. *Tratado de la Montea y Cortes de Cantería*, Imprenta de Antonio Marín en Madrid.. Librerías París-Valencia S.L. 1998, Valencia.

Villegas, Victor M., 1978, *Tercer y cuarto Libro de Arquitectura de Sebastián Serlio Boloñés*, Universidad autónoma del Estado de México, y en .. Gonzalez G., Manuel, Morelia Patrimonio de la Humanidad, Universidad Michoacana, Coord. Silvia Figueroa ,Morelia Mich. P. 79.

La tecnica costruttiva delle fortificazioni in Abruzzo (Italia)

Carlos Alberto Cacciavillani

Per la comprensione dei processi evolutivi degli insediamenti fortificati nella regione Abruzzo è, innanzitutto, fondamentale conoscere le vicende storico-politiche e sociali che hanno determinato la formazione di queste architetture, finalizzate alla sicurezza collettiva degli agglomerati abitativi e per la sorveglianza del territorio circostante (Perogalli 1975).

L'area studiata, nell'Italia centrale, corrisponde alla parte più settentrionale dell'antico regno di Sicilia, e poi di Napoli. Tale territorio ha subito, nel corso dei secoli varie dominazioni, da parte di Longobardi, Normanni, Svevi, Angioini e Aragonesi, che nel tempo hanno dato origine ad un'organizzazione giuridico-politica, indipendente ed unitaria.

Sin dalla caduta dell'Impero romano d'Occidente, i posti fortificati, dislocati lungo le grandi vie di comunicazione, furono distrutti dai barbari e successivamente dai grandi eserciti imperiali. A seconda della loro presenza strategica, di volta in volta, in questi posti furono ricostruite le fortificazioni, mentre le località più isolate vennero abbandonate.

Le antiche opere difensive furono, però, riattate alla metà del IX secolo; quando ciò non fu possibile, le città furono abbandonate e gli abitanti si rifugiarono sui monti vicini, dando origine a nuovi centri fortificati, intorno a castelli o monasteri, che fecero il centro della loro vita, staccandosi dagli insediamenti e creando il primo segno che trovò la sua maggiore espressione con il regime feudale. L'isolamento, poi, si accrebbe per la formazione dei feudi ereditari, che crearono sistemi di vita indipendenti da quello delle città principali del territorio.

Tutti gli edifici isolati, muniti di difese, vengono genericamente denominati castelli, ma tale termine è impreciso perché nei documenti esso può indicare non solo l'edificio singolo ma anche un semplice recinto-rifugio oppure un insediamento fortificato di piccole o grandi comunità urbane.

Lo stesso termine *castellum*, diminutivo di *castrum*, sta ad indicare in maniera generica uno spazio chiuso e fortificato (Fasoli 1980). È certo, comunque, che i termini *castrum*, *castellum*, *oppidum*, che leggiamo spesso nei testi medievali (Martin 1978) indicano luoghi fortificati; di minore o maggiore importanza, con caratteristiche difensive specifiche.

Il *castrun* era costruito con un agglomerato di case, protetto da mura, e non un semplice castello, a volte difeso anche di una rocca construita all'interno del perimetro fortificato. La creazione di *castra* proseguì fino al XII secolo (Toubert 1976) e le varie ricostruzioni e ripristini, dovuti ai dannggiamienti delle azioni militari, assunsero sempre l'asspetto dettato dalla tecnica costrutiva del periodo, così risultò frammentaria con caratteristiche rozze ed austeramemte militari, al contrario delle forme che assunse in seguito, al tempo degli Svevi, degli Angioini e degli Aragonesi.

L'Abruzzo, in particolare, fu devastato in occasione della guerra per la successione al trono napoletano tra Renato d'Angiò e Alfonso d'Aragona.

Era il momento in cui le battaglie tendevano a mutare aspetto: non più scontro di cavalleria in campo aperto, ma difesa e assalto di posizioni naturalmente o artificialmente forti, in cui la parte principale spetta alla fanteria che deve occupare la posizione e tenerla in un primo momento contro il contrattacco della cavalleria avversaria.

Nella seconda metà del Quattrocento, in Italia la guerra ormai non si appoggiava più tanto sulle fortezze, quanto alla fortificazione campale, con evidente vantaggio delle concezioni operative, non troppo strettamente legate a basi fisse (Pieri 1933). Ma se è vero che la fortificazione campale ebbe in quell'epoca un particolare sviluppo è anche vero che le armi da getto non erano superate, in quanto non rimanevano limitate alla semplice teoria del Trattato di Francesco di Giorgio.

L'esito favorevole di una conquista era, infatti, allora determinato dal modo col quale veniva portato l'assedio ad un castello o ad una città fortificata ed era, quindi essenziale l'apprestamento di numerose macchine d'assedio (elepoli), nonché da lancio e da percossa per poter abbattere l'ostacolo murario e, con esso, la resistenza degli assediati. Con la scoperta della polvere da sparo e l'eliminazione delle macchine medievali, le artiglierie furono portate ad un grado di evoluzione sempre crescente; piccoli cannoni, facilmente trasportabili, o le grosse bombarde rivoluzionarono completamente le tecniche d'assedio. Conseguentemente, fu necessario ammodernare tutte le fortificazioni allora esistenti.

Le alte strutture medievali risultarono poco efficienti e destinate a scomparire. Ma prima che fosse attuato l'abbassamento delle mura e la cimatura delle torri, sopprimendo merlature e caditoie, passò molto tempo. L'adozione del baluardo, il nuovo organo difensivo della fortificazione rinascimentale, non fu immediata; venne, infatti, preceduta da una serie di tentativi, le rocche, attuati in quell'epoca che viene definita di transizione (Cassi Ramelli 1964).

Le maggiori realizzazioni delle opere fortificate dovute alla committenza reale sono scarsamente documentate nell'Abruzzo dove maggiori risultano, invece, gli interventi della committenza nobiliare.

Nella situazione generale dell'epoca, dopo la conquista aragonese, l'Abruzzo non rivestiva particolare rilievo e per quanto riguarda l'architettura fortificata non era avvenuta la fusione tra tradizione locale e influssi esterni. Infatti, nell'architettura, in generale, coesistevano le linee di tendenza dovute alla tradizione locale durazzesco-catalana, all'apporto dei maestri spagnoli, chiamati da Alfonso d'Aragona, con la loro cultura tardogotica, a quella della più pura architettura fiorentina, nonché l'altra dei maestri lombardi.

La tipologia castellana abruzzese non si discosta di massima da quella generale italiana (Perogalli 1969), riassumibile schematicamente nei seguenti principali tipi architettonici.

La torre isolata

Nella tipologia della torre isolata di avvistamento pressoché esclusivamente medioevale, in genere adibita a tre compiti: il controllo, l'avvistamento, la segnalazione, tutti fondamentali ai fini della difesa, però non difensivi in senso stretto, se non per la limitata guarnigione che la presidiava; spesso inserita in un sistema che consentiva teletrasmissioni, mediante fuochi nottetempo, fumate di giorno, per quei tempi rapide, attraverso il territorio: miranti soprattutto ad annullare, od almeno a contenere, nei confronti dell'invasore, il cosiddetto fattore sorpresa ed a predisporre anzi tempestivamente le misure difensive opportune da parte dell'invaso.

Le torri medievale non erano più, come le antiche, piene nelle parte inferiore, ma vuote, con feritoie in corrispondenza dei vari piani sovrapposti, che sopravanzavano notevolmente in alteza, avevano pareti esterne verticale, la loro piante era quadrata o rettangolare, e, in seguito, circolare o poligonale. La loro difusione fu pressoché equivalente; alcune zone territoriale preferirono ultilizzare la prima, altre la seconda e altre ancora le adottarono entrambe contemporaneamente (Perogalli 1988).

Rispetto a quella a pianta circolare, la torre a pianta quadrata, più che scaturire da una celta di tipo concettuale, dovette essere frutto di una pratica costruttiva maggiormente in uso e, quindi meno dispendiosa e più celere. Le torri costruite con questa forma della pianta, essendo di quattro lati e di quattro angoli non presentano né una direzione principale, né quella omogeneità assoluta che contraddistingue le torri circolare. L'interno di una torre isolata era diviso in più piani, usualmente tre o quattro, comunicanti tra loro tramite una scala che, generalmente era in legno del tipo a pioli (Nigra 1974). I livelli intermedie erano separati da ballatoi lignei

sostenuti da travi infisse nelle pareti. Il primo e l'ultimo piano, tendevano invece, a essere coperti con volte in muratura impostate su pilastre angolari che pativano dalla base e raggiungevano la sommità della torre. Il fatto di ricorrere alle coperture voltate complicava non poco le fasi costruttive della torre. I vantaggi che da tale tipo di orizzontamento derivavano erano, però, tali di consigliarne l'adozione. La volta inferiore, consentiva di isolare i piani superiori nei casi di necessità. La volta superiore, invece, oltre a svolgere il compito di sorreggere la soprastante terrazza, aveva anche la funzione di offrire una maggiore protezione, rispetto ad un soffitto di tipo ligneo, contra i pesanti macigni che le macchine da getto scagliavano. Nelle volte e nei soffitti lignei venivano praticate delle aperture in modo di consentire agli occupanti di spostarsi tra i vari piani. L'accesso alla terrazza della torre seguiva le medesime modalità. Nelle costruzioni più alte, le parete della torri presentavano delle riseghe al interno, dovute al progressivo assottigliamento della muratura (De Rossi 1969). Nei piani inferiori si ricavavano i magazzini e la cucina mentre in quelli superiori risiedevano gli addetti alla difesa. Talvolta gli ambiente della torre erano fornite da latrine sporgenti su mensole dai muri e anche di camino interno. Nei sotterranei trovava la sua collocazione la cisterna che serviva a creare una provvista dell'acqua che si rivelava di inestimabile utilità in quei casi in cui gli occupanti della torre si trovavano a fronteggiare un lungo assedio. A volte la cisterna era esterna attigua alla torre, in un posto più adatto a ricevere le acque piovane. L'accesso era garantito da uno o più ingressi. Generalmente ce n'erano due: il primo era collocato al piano terreno; il secondo, che veniva ad assolvere la duplice funzione di porta e di finestra, serviva invece, uno dei livelle superiore, esso era ubicato ai secondo piano, questa entrata risultava essere inaccessibile dall'esterno a meno di non avvalersi dell'ausilio di una scala a piolo o di corda che veniva appoggiata a un ripiano antistante la porta stessa, sorretto da mensole di pietra o di legno. Alcune torri si dotarono di antemurale, le torre cintate, con queste termine si indica una cinta di protezione dislocata tutto attorno alla torre stessa. Il recinto aveva generalmente una limitada estensione e la sua forma era irregolarmente poligonale e scarpata. La sua disposizione era studiata in modo tale di sfruttare al meglio le asperità del terreno.

Il castello-recinto

Costituisce una tipologia medievale; in generale, si tratta di un termine composito e convenzionale, peraltro ormai diffusamente adottato dalla letteratura scientifica, per indicare un fortilizio consistente in un recinto munito di cortine ed almeno una torre, ma sovente più, la principale delle quali –talora posta sopra od accanto all'ingresso, talaltra invece all'interno– costituiva la sede del comando ed inizialmente pure l'abitazione del feudatario o comunque del comandante, chiamata mastio. Il recinto fortificato di Caporciano, comunemente chiamato castello, nella provincia dell'Aquila, ha un orientamento prevalente nord-sud; la sua forma è riconducibile ad un triangolo al cui vertice si trova la torre principale; si erge sulla sommità del colle, da cui si apre un vasto orizzonte (figura 1).

La posizione del castello recinto era strategicamente rilevante. Le strutture edilizie oggi residue di alcuni di questi manufatti, dimostrano come certamente alcuni di essi fossero coevi. Della primitiva struttura fortificata, restano numerose testimonianze. Il corpo edilizio meglio conservato è la torre principale (figura 2), ma il recente restauro ha in parte restituito alla vigorosa forma militare che le era propria.

Sono rimaste ancora intatte due porte di accesso al fortilizio e ben conservata la parte edilizia aggiunta nel'500. La torre principale al nord era lo sperone più avanzato di un recinto fortificato. Nel'500 il castello subì un ampliamento necessario ad adeguare la cresciuta importanza socio-economica. Da castello, assunse la tipologia di palazzo fortificato. Un ultimo ampliamento, anche più modesto, vi fu nel versante est, intorno alla seconda metà del'600. Del vecchio fortilizio medievale restano ancora ben visibile il tratto di mura che della torre si sviluppa verso sud-ovest. In questo tratto è stata rinvenuta, ancora nel sito originario, una delle due 'archibugiere', l'altra è stata riscoperta affiancata alla porta d'ingresso adiacente alla torre principale, il rialzamento del piano di calpestio, l'aveva del tutto ricoperta. Negli anni che seguirono, secoli XVI-XVII, il forte mutarsi di Caporciano e dell'intera regione trasformarono il recinto fortificato; è rimasta in buona parte inalterata la torre dell'angolo sud-ovest, almeno nella parte basamentale, dove sono ancora presente due classiche finestrelle di difesa ad oculo: la cannoniere cui diametro è inferiore a cm. 30.

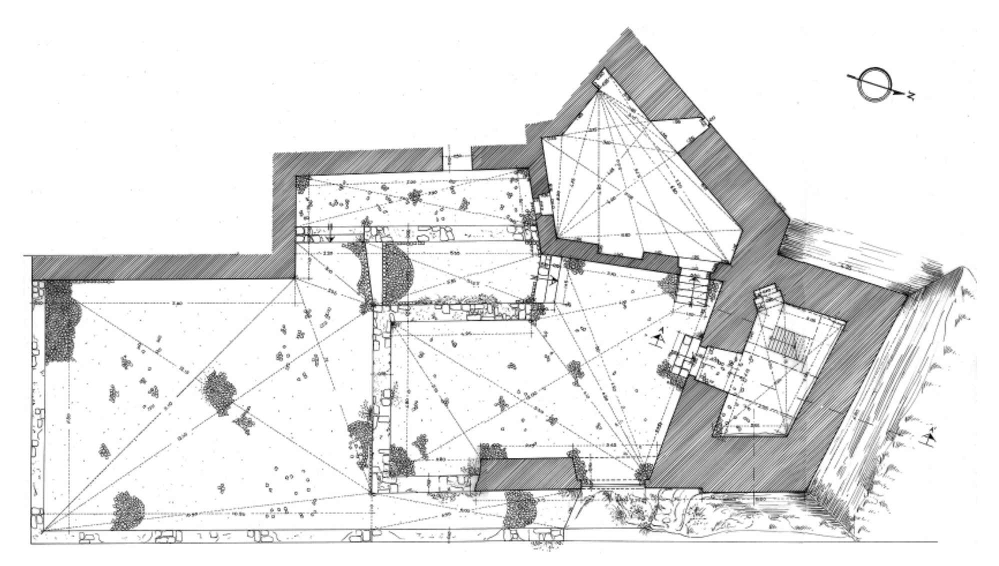


Figura 1
Caporciano (AQ). Recinto fortificato, torre, pianta.

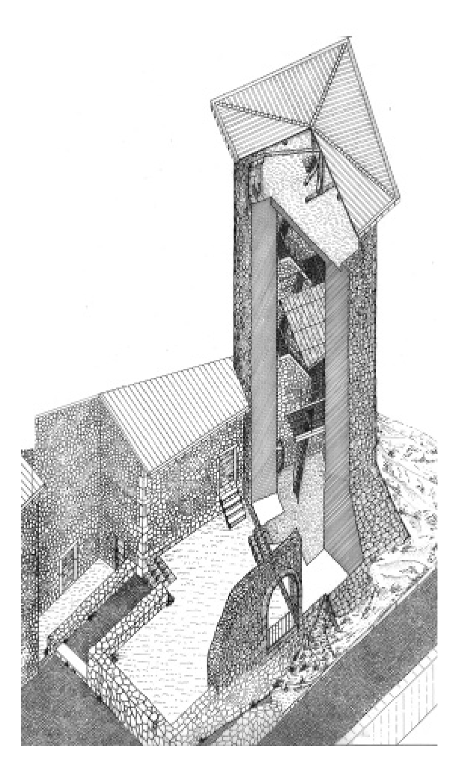


Figura 2
Caporciano (AQ). Recinto fortificato, torre, assonometria.

Proseguendo ancora lungo il lato sud, s'incontrano inalterate nella loro impostazione tipologica, le altre due torri, adora adibiti ad usi abitativi. Fra essi si apre l'altra porta del castello; le forme, le dimensioni. La lavorazioni dei conci ed il secondo arco interno di battuta, sono del tutto uguali all'altra porta addossata alla torre, l'attuale campanile della chiesa, sono presenti numerosi frammenti di pietra lavorata con decorazione varie del periodo alto medievale. Alcuni di essi sono scolpiti in architravi, in molti casi di riuso, con motivi floreali e geometrici di origini neopagane (Perogalli 1988). La torre di punta è a base quadrangolare irregolare con dimensioni interne di 4,00 per 2,30 metri e spessore murario variabile da 1,30 a 1,70 metri alla base. La sua altezza massima, misura fino allo sporto di gronda, è di 19 metri. La notevole dimensione e la robusta fattura, con grossi conci di pietra squadrata presenti nella prima parte verso il basso, le conferiscono il caratteristico aspetto di fortezza militare. Le due murature, in conci quella della torre, mentre in pietrame più incerto la scarpa, non avendo alcun legame o ammorsatura, devono essere state realizzate in epoca diversa, mentre la trama muraria dell'arco affiancato alla torre dimostra che tale parte è unita strutturalmente al resto della costruzione del fortilizio. Fu realizzato con la tecnica usuale dell'arco esterno a tutto sesto che fungeva anche da battente

per i portoni, mentre l'apertura interna è a sesto ribassato. La torre aveva, così come la tecnica militare imponeva, l'unico ingresso al primo piano, dove sorgeva con ogni probabilità un solaio poggiante su un arco in muratura; già a questo livello sono presenti le tipiche aperture di difesa e guardia.

Il paramento è costituito da grossi ciottoli di fiumi spaccati nel mezzo e posti con la sezione spezzata sulla fronte del muro e la dimensione maggiore secondo la profondità. I ciottoli sono sistemati a filari orizzontali di differenti altezze, con i letti regolarizzati da frammenti di pietrami e malta grossa o da grosse scaglie di pietra arenarie poste orizzontalmente. Nello spessore del muro le commensure tra i ciottoli sono rinzeppate con ciottoli più piccoli, frammenti di pietrame e malta (figura 3).

Il cantonale è realizzato con normali conci di pietra posti alternativamente di testa e di fascia lungo il incrocio tra due muri ortogonali; Gli elementi di dimensioni maggiori sono utilizzati proprio nel paramento esterno dell'angolata.

Nella parte della torre, lungo lo spigolo, è ben visibile la risega della muratura e la diversa trama muraria. Indica il luogo deve terminava la muratura a merli della torre, poi soprelevata per costruire il tetto del campanile ed i metri stessi utilizzati come fornici delle campane.

I solai che costituivano il secondo e il terzo livello presentavano una struttura lignea; proprio sul terzo livello è stato possibile ricostruire sia il solaio di legno che una parte della scala di accesso. Tre travi principali costituiscono l'ossatura portante mentre una tessitura regolare di tavole definisce il piani di calpestio.

Per quanto riguarda gli infissi delle porte, essi sono a doppia fodera composta dalla sovrapposizione di due strati di tavole tra loro incrociati e chiodati. Le tavole verticale interne sono giuntate a filo piano, quelle esterne sono in legno duro capace di resistere agli agenti atmosferici; la sagomatura esterna degradante dall'alto verso il basso favorisce il flusso dell'acqua piovana.

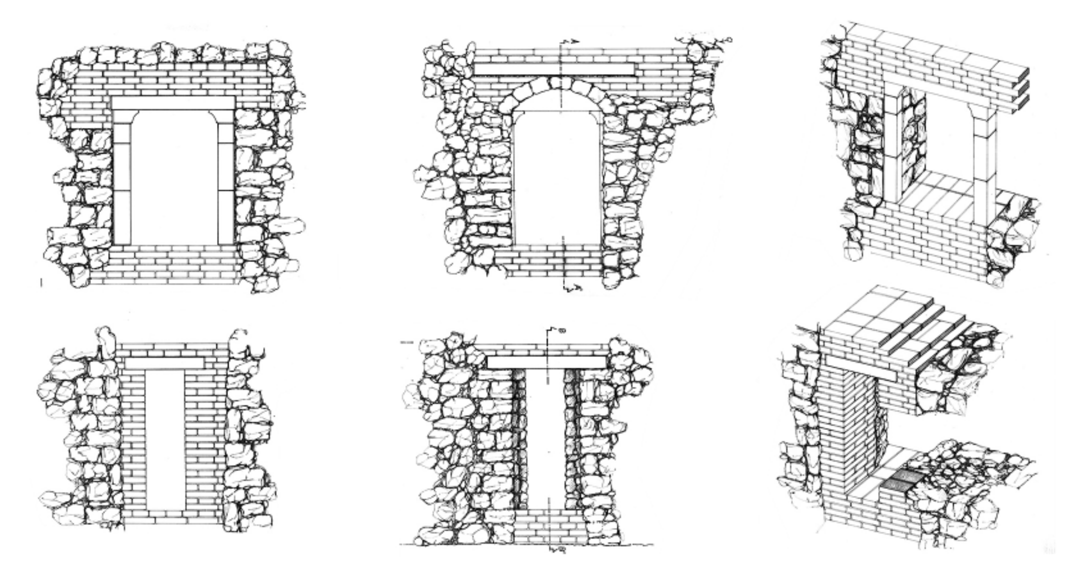


Figura 3
Roccacasale (AQ). Castello, dettagli tecnico-costruttivi di alcune aperture.

Il tetto si presenta a quattro falde irregolari con due capriate tradizionali lignee sulle quali trovano appoggio un'orditura di palombelle e pianelle che diventano il piano dove trovano posto i coppi e contro coppi ancorati con la malta.

Caratteristiche analoghe si riscontrano anche in contesti territoriali diversi, ad esempio a Monteodorisio (figura 4).

Il castello

La costruzione di un edificio compatto ed isolati, corrisponde al generico riferimento al termine castello, che nella sua edizione più completa (secc. XIV-XV) contava più corpi di fabbrica, preferibilmente quattro, che formano un quadrilatero munito di torri agli angoli, attorno ad un cortile dotato di pozzo; era usualmente la sede del feudatario con la propria famiglia, la servitù, la scorta armata; atto a svolgere non soltanto funzioni difensive, ma pure l'amministrazione del territorio di competenza, la giustizia locale, il silaggio dei prodotti agricoli necessari alla sussistenza dell'anno successivo e per la semina.

La situazione politica e l'antagonismo tra le feudalità, e l'ostilità di questa nei riguardi della monarchia, non ha consentito di stabilire, nell'Italia meridionale, sistemi di castelli e di rocche che potessero garantire una sicurezza complessiva, tipica di uno stato politicamente organizzato. I castelli tre-quattrocenteschi abruzzesi sono dovuti, anche in Abruzzo, soprattutto a singoli feudatari, e quindi per lo più sortirono esiti minori per le dimensioni e ricchezza, se non in qualche eccezione, come nel caso di Celano, edificio deel tardo medioevo; oppure quello di Balsorano, costruito nel Rinascimento (Perogalli 1972).

La transizione tra l'opera difensiva medievale e quella rinascimentale, che raratterizza il castello di Monteodorisio (figura 5), è evidente soprattutto nel castello di Ortona a Mare (figura 6), che, dove le quattro torri cilindriche e le cortine, su base a scarpa, sono sottolineate dalla solita cornice di pietra.

Il castello di Ortona rappresenta uno dei migliori esempi di traduzione di un corpo di fabbrica medievale in uno di tipo rinascimentale. L'opera, realizzata su pianta trapezoidale, quasi quadrata, con torrioni cilindrici, con una scarpata pronunciata agli angoli, secondo lo schema aragonese diffuso in tutto il mezzogiorno, è stata attribuita ad Alfonso d'Aragona, da tutti gli studiosi, a partire dagli studi di Ignazio Gavini (1925). Nel corso dei secoli, fu sottoposto a varie modifiche e ristrutturazioni. L'unico ingresso al castello, ad arco a tutto sesto e del tutto privo di elementi decorativi, è posto a circa metà altezza della torre sud-ovest. Il lato occidentale è al quanto bombato, mentre il lato orientale è affacciato sul porto.

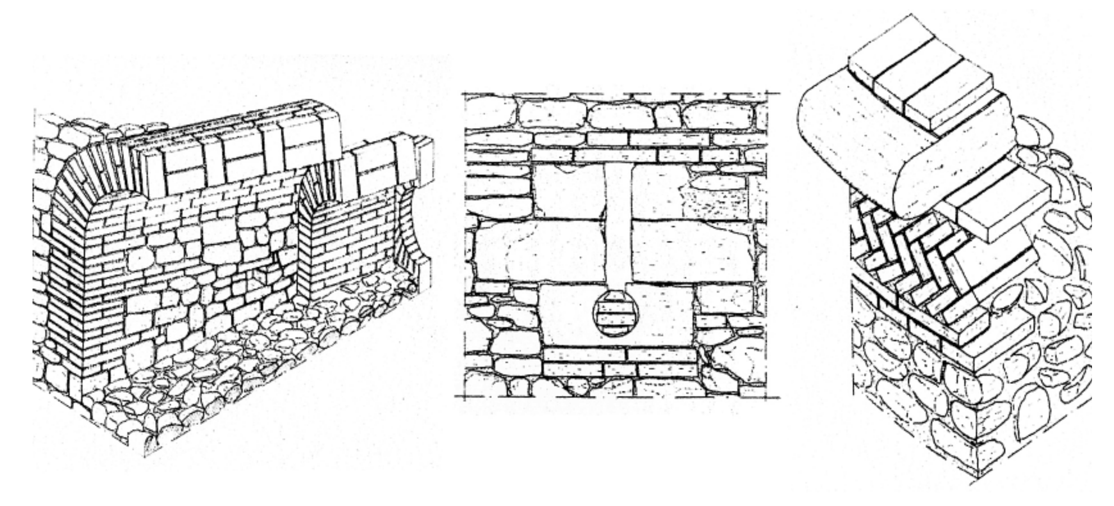


Figura 4
Monteodorisio (CH). Castello, particolari tecnico-costruttivi: cannoniera, arciera, redondone.



Figura 5
Monteodorisio (CH). Castello, particolare di una torre circolare.



Figura 6
Ortona (CH). Castello, veduta d'insieme.

La muraglia è costituita da pietre squadrate irregolarmente, ciottoli e mattoni, e dalle mura più massicce alla base, per ragioni di solidità.

La rocca

Costituisce una tipologia alternativa a quella del castello, diffusa nella seconda metà del XV secolo e finalizzata ad un uso soprattutto difensivo, era generalmente costituita di una torre maestra o mastio che si ergeva all'interno di un recinto fortificato, il mastio corrisponde al dongione del castello feudale. Il recinto, con una pianta preferibilmente quadrilatera, era munito di torri o bastioni quadrati o cilindrici che spesso si levavano anche lungo i tratti delle interposti cortine; le torri angolari in origine costruite più alte delle mura, venevano successivamente abbassate e portate alla stessa altezza di queste e trasformate in massicci torrioni, per lo più cilindrici per potere resistere meglio agli attacchi delle prime armi di fuoco.

Perogalli (1975) pone il castello di Ortona a Mare in analogia con quello di Ortucchio, considerando l'esperienza di questa rocca come fatto intermedio tra la costruzione di Ortona e l'altra di Avezzano. La base è pressoché trapezoidale ed è caratterizzato da quattro torri angolari di forma cilindrica e da cortine su una scarpata. Il lato ad ovest era occupato da una costruzione residenziale.

La rocca dei Piccolomini a Ortucchio fu costruita nel 1488 da Antonio Piccolomini inglobando e reintegrando l'antico fortilizio dei Bernardi, conti di Celano. Il castello, pur essendo un avamposto fortificato, sorge all'interno della cinta muraria e dalla città vera e propria lo separa un fossato. La planimetria dell'edificio (figura 7) è comunque di tipo rinascimentale e si ricollega ai prototipi quadrangolari del pieno XV secolo.

Costituisce un esempio raro di fortificazioni per i caratteri particolari che la costruzione presenta: il dongione è interno alle cortine (figura 8) anziché posto lungo esse, che ne testimonierebbe la preesistenza; l'ingresso è posto sul lato corto rivolto ad est mentre d'abitudine si preferiva il lati lungo, forse per assecondare l'orografia; lo stretto rapporto che la struttura aveva con il lago Fucino, le acque circondavano la rocca costruita su una piccola isola ed essa stessa doveva costituire una enorme darsena accessibile del lago attraverso il grande arco presente nel lato occidentale.

Delle quattro torri originarie, oggi ne restano solo tre. Attualmente il castello è stato ampiamente restaurato e si presenta in tutta la sua magnificenza, una storica roccaforte affacciata sul mare.

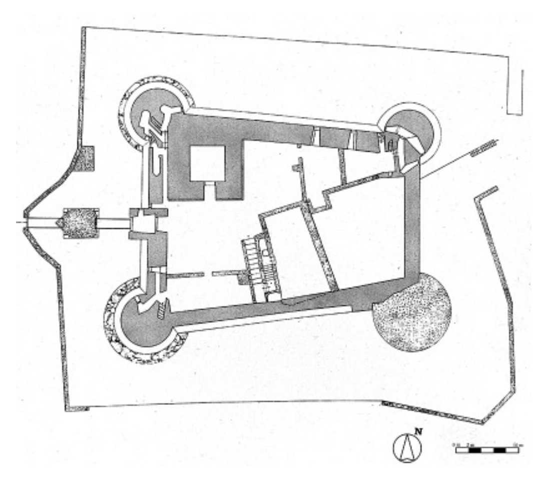


Figura 7
Ortucchio (AQ). Castello Piccolomini, pianta.

Una complessa stratificazione, anche con trasformazioni alquanto recenti, caratterizza, poi, il castello di Vasto, eretto su un promontorio che, dall'alto, domina la costa molisana. La fabbrica originaria –articolata su pianta quadrata con torri cilindriche angolari, che comprendeva al centro un alto torrione, anch'esso cilindrico, dal quale *si scopriva Ortona in mare* (Vitti 1982) fu costruita, probabilmente, nel Medioevo, storici locali datano al XIII secolo l'edificio che fu trasformato. Vasto ebbe una nuova fabbrica difensiva, avendo ottenuto i nuovi feudatari la facoltà di restaurare il castello quasi demolito in seguito all'assedio del 1463 e ad una lunga ribellione della popolazione nel 1499. A tale intervento dovrebbe corrispondere la parte esterna della costruzione che risulta come incamiciamento della preesistente fortificazione con nuove cortine e con tre baluardi a mandorla (Perogalli 1975), realizzati con muratura di laterizi e caratterizzati da un basso corpo, privo di aperture, su base scarpata e con cornice intermedia, delimitato in alto con l'archeggiatura aggettante, a sesto ogivale, e superiore struttura in appiombo dell'aggetto.

Le numerose trasformazioni subite e la mancanza di un'approfondita analisi ci induce ad avanzare solo ipotesi, precisando che la realizzazione dei bastioni dovrebbe essere datata, basandoci sulla loro forma, non prima della fine del Quattrocento (figura 9).

Il forte

Tipologia che si riferisce alla fine XV secolo, dalla destinazione esclusivamente o prevalentemente militare, dotato di bastioni angolari anziché di torri, meglio adatto ad affrontare le nuove armi da fuoco, non-

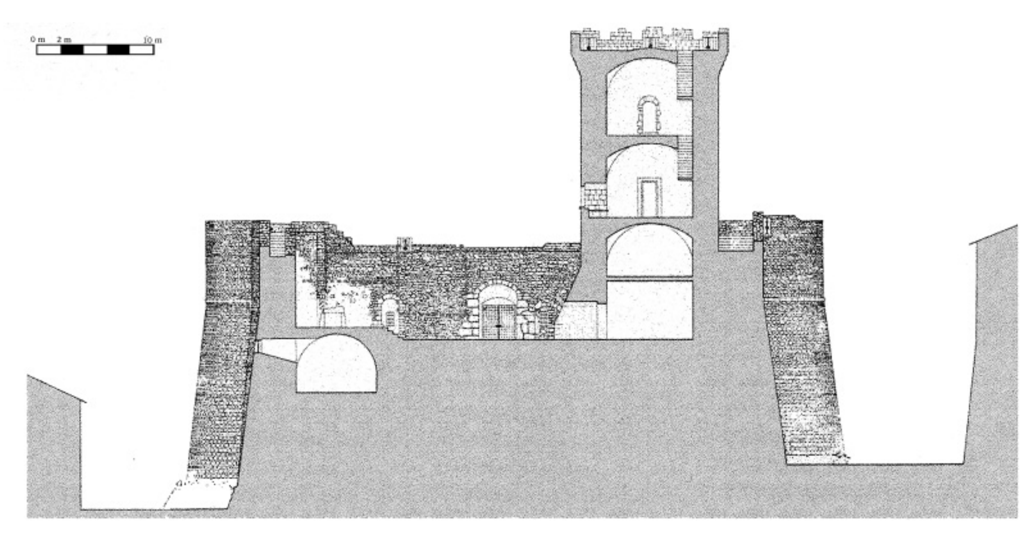


Figura 8
Ortucchio (AQ). Castello Piccolomini, sezione.



Figura 9
Vasto (CH). Castello Caldora, veduta d'insieme.

ché ad impiegarle a propria volta, con la presenza di casematte nei bastioni stessi.

Per l'Abruzzo, l'uso del termine rocca risulta controverso; esso infatti può venir impiegato in diverse accezioni: o per indicare un fortilizio situato in altura; oppure, magari al diminutivo con la denominazione rocchetta, ad indicare un luogo più interno e munito del complesso, dove esercitare l'estrema difesa.

Nel Mezzogiorno, al contrario, questa tipologia non è ben individuabile, e quindi nemmeno in Abruzzo, in quanto i castelli aragonesi, ed ancor prima quelli angioini, già possedevano torri angolari arotonde; per cui il passaggio, che pur vi fu, ad apprestamenti più resistenti di quelli medioevali vi risultò meno evidente; con la conseguenza che continuò l'uso del termine castello per indicare genericamente la totalità delle architetture fortificate del Quattrocento.

Tutti i principali tipi finora elencati riguardano la scala architettonica. Passando a quella urbanistica, il caso pressoché unico, seppur adattabile di volta in volta a diverse situazioni geografiche, è quello della cerchia. Questa morfologicamente non si differenzia molto dal castello-recinto, consistendo anch'essa di cortine e di torri.

Sovente la cerchia fa capo ad un castello, comunale o feudale che fosse, posizionato lungo la stessa al fine di mantenere con essa un rapporto diretto e veloce, nonché per salvaguardare l'estrema risorsa della fuga. Però l'estensione, e dunque la consistenza, sono ovviamente maggiori, trattandosi di un manufatto destinato a proteggere un intero abitato, comprese le città: è questo il caso di Monteodorisio, Casalbordino, Colledimezzo, Pollutri. Ciò significa che si trattava di vere e proprie comunità, con tutte le conseguenze del caso, non più del singolo feudatario con i suoi diretti dipendenti. Invece di munirsi mediante le normali ma costose mura, qualche centro abruzzese come Colledimezzo ricorse allo stratagemma di disporre a schiera continua –al possibile seguendo le curve di livello– le stesse case d'abitazione periferiche, avendo cura d'aprire un solo varco di ingresso, controllabile ed impedibile. Le aperture delle case erano rivolte quasi tutte verso l'interno del paese, così da generare all'esterno una parete piena, impenetrabile.

All'interno della cerchia si potevano tuttavia collocare nuovamente singole architetture fortificate, da identificare soprattutto nella casa-torre, nel castellare, nel palazzo fortificato.

Più che una funzione difensiva, essa costituiva il simbolo dell'acquisito prestigio da parte di una famiglia: è il caso a cui si può riferire la torre con annesso palazzetto a Furci; ben evidenziandosi nel profilo urbano. Il suo uso ai fini della sicurezza non va comunque escluso: dall'alto si poteva colpire chi stava in basso, mentre era più difficile che avvenisse il contrario; è chiaro peraltro che la sua resistenza era limitata nel tempo; inoltre l'isolamento, il fuoco, il fumo potevano esercitare un ruolo determinante nella sua resa; cui seguiva spesso l'abbattimento.

Lista de Referencias

Cassi Ramelli, A. 1964. *Dalle caverne ai rifugi blindati*, Bari: Adda.

De Rossi, G. 1969. *Torri e castelli medievali della campagna romana*, Roma: De Luca.

Fasoli G. 1980. Castelli e strade nel «Regnum Siciliae». L'itinerario di Federico II, in AA.VV., *Federico e l'arte del Duecento italiano*, Atti della III settimana di studi di Storia dell'arte medievale dell'Università di Roma , Galatina: Congedo.

Gavini, I.C. 1925. *Storia dell'architettura in Abruzzo*, vol. II, Milano-Roma: Bestetti e Tumminelli.

Martin, J.M. 1978. L'«incastellamento»: mutation de l'habitat dans l'Italie du X siècle, in *Occident et Orient au X siècle,* Dijon: Publications de l'Universitè de Dijon.

Perogalli, C. 1969. Tipologia dell'architettura castellana, in *Le opere di fortificazione nel paesaggio e nel contesto urbano*, Napoli: Istituto Italiano dei Castelli.

Perogalli, C. 1972. *Castelli e rocche di Emilia e Romagna*, Novara: Piccinni.

Perogalli , C. 1975, *Castelli dell'Abruzzo e Molise*, Milano: Görlich.

Perogalli, C. 1988. Le tipologie delle fortificazioni abruzzesi, in AA.VV. *Abruzzo dei Castelli*, Pescara: Carsa .

Pieri, P. 1933. La scienza militare italiana del Rinascimento, in *Bulletin of the International Committee of Historical Sciences,* n. XX, Paris.

Toubert, P. 1976. Considerazioni generali sul tema: rapporti tra documentazione scritta e dati archeologici, in *Tavola rotonda sull'archeologia medievale*. Roma.

Vitti, N.A. (1838) 1982. *Memorie dell'antichità del Vasto,* mss. 1646 pubbl. da L. Marchesani, in suppl. a *Storia di Vasto, città in Abruzzo Citeriore*, Napoli (rist. anastatica a c. di Murolo L., Vasto).

Las fuentes históricas para la historia de la construcción: entre investigación y divulgación

Alfredo Calosci

Los tratados de Arquitectura, Construcción e Ingeniería constituyen una de las fuentes fundamentales para el estudio de la Historia de la Construcción.

El acceso a estas fuentes es hoy tarea mucho más ágil que en el pasado gracias a la difusión de «bibliotecas digitales» y a la amplia disponibilidad de *copias* en formatos digitales.

Las profundas transformaciones culturales y tecnológicas de estas últimas décadas hacen posible que proyectos de este tipo puedan hoy desarrollarse por iniciativa de sujetos y entidades relativamente *pequeños* y sin necesidad de ingentes recursos.

La presente comunicación se enmarca en una investigación sobre diferentes iniciativas participadas, y «desde abajo», en la gestión de eventos culturales y en la divulgación científica. En ella intentaremos comentar los diferentes aspectos de un fenómeno que, a primera vista, podría parecer solo como el resultado de un proceso tecnológico y que sin embargo, a nuestro juicio, pone en evidencia dinámicas con raíces más profundas y relevantes.

Recursos digitales

En los mismos orígenes de la World Wide Web (WWW) hay algo más que una simple oportunidad tecnológica.

La historia de sus primeros pasos en el CERN de Ginebra, que ha sido descrita y comentada en diferentes publicaciones (Berners-Lee, 2011 - Woolley, 1993), pone en evidencia como la creación de lo que inicialmente debería haber sido *solo* el sistema de documentación digital de un centro internacional de investigación, haya sido influenciada por los valores culturales que rigen entre la comunidad científica.

En la ideación de ese *sistema de información* en forma de *hipertexto*, el equipo coordinado por Tim Berners Lee pudo crear, gracias a tecnologías ya disponibles, una red de documentos *libres* de circular entre todos los ordenadores conectados a la red de servidores, enlazados entre sí por referencias hipertextuales y susceptibles de una constante actualización.

A partir de esa idea inicial, la WWW ha salido del CERN, ha pasado a convertirse en una red global de *aplicaciones*, ha contribuido de manera determinante en la popularización de internet y ha creado las condiciones para que un numero siempre mayor de *objetos* pueda hoy conectarse a una misma red digital dando vida a lo que suele denominarse como el *internet de las cosas*.

Procesos colaborativos

La filosofía *open* (y *libre*), ha sabido encontrar en la WWW un entorno afín que le ha permitido afirmarse en muchos ámbitos ligados al desarrollo de software (Stallman 2003) y ampliar su influencia a muchos y diferentes campos de la producción colaborativa.

Es la suma de esta sensibilidad cultural, junto con una infraestructura tecnológica adecuada, la que ha

consentido un mejor acceso a bienes, documentos en nuestro caso, que siempre han pertenecido a la esfera de los *bienes comunes* pero que se veían limitados en su circulación por el hecho de ser escasos y en cierta medida, frágiles. (Östrom, 1990)

Como es sabido, el proceso de progresiva digitalización de los *media* ha permitido que la misma información pueda ahora distribuirse codificada en *bits* sin las limitaciones propias de los soportes analógicos a base de *átomos*.

Contemporáneamente, el mundo del software libre ha sabido crear un articulado ecosistemas de soluciones para la publicación de estos documentos en aplicaciones on-line sólidas, versátiles y profesionales.

Por estas razones, al lado de las grandes instituciones clásicas en la gestión del patrimonio, (museos, archivos, bibliotecas …) depositarias a menudo de fondos originales, encontramos hoy, cada vez con más frecuencia, a otro tipo de entidades activas en los diferentes ámbitos de la divulgación científica y cultural contribuyendo de manera significativa a la difusión del conocimiento, en un amplio espectro de disciplinas a través de iniciativas como, por ejemplo, la digitalización de fuentes históricas y de otros soportes documentales.

Casos cercanos

La misma Sociedad Española de Historia de la Construcción (SEdHC), co-organizadora de este congreso, constituye una buena prueba de ello. Desde la renovación de su web en 2010 publica, en formato pdf, una amplia selección de tratados de historia de la construcción dando así difusión a una meticulosa labor de digitalización que había iniciado en años anteriores y que hasta entonces había sido distribuida en soporte CD-ROM.

Además de estas fuentes históricas, que incluyen también una sección dedicada a tratados sobre puentes, la SEdHC lleva a cabo una sistemática labor de difusión de ensayos *contemporáneos* publicando, de manera individual, las diferentes contribuciones a las ediciones anteriores de este Congreso, antes de ámbito nacional, ahora ya iberoamericano. Su volumen de visitas en el último año ha sido de más de 10.500 sesiones.

A esta actividad constante se acompañan iniciativas puntuales como los simposios monográficos dedicados a Auguste Choisy, en el año 2009, y a Robert Willis, en 2016. En ambos casos, la presencia on-line de estos eventos se ha visto acompañada por la publicación de sendas *bibliotecas digitales* monográficas que incluyen fuentes históricas y, en el caso de A. Choisy, ensayos posteriores y contemporáneos.

Eventos puntuales, celebrado en el pasado reciente, han podido así dejar un rastro más duradero y tangible, mejorando el acceso a las fuentes históricas que han servido de base para la labor académica de investigación previa a las mencionadas citas académicas. Nos encontramos así con sitios web nacidos para acontecimientos efímeros que a distancia de años siguen generando un volumen de visitas más

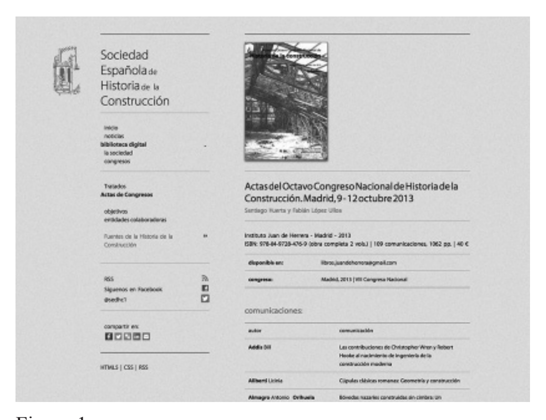


Figura 1
Sociedad Española de Historia de la Construcción: Actas de Congresos

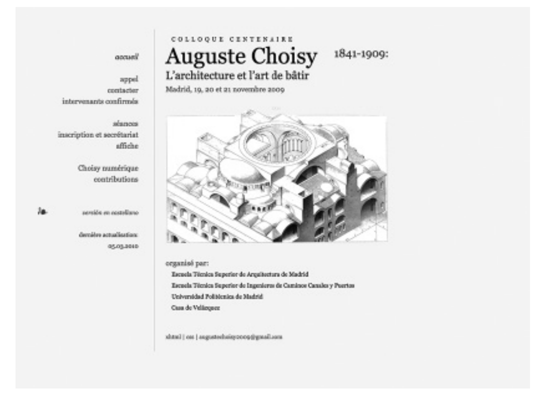


Figura 2
Auguste Choisy: Colloque Centenaire - Pagina inicial

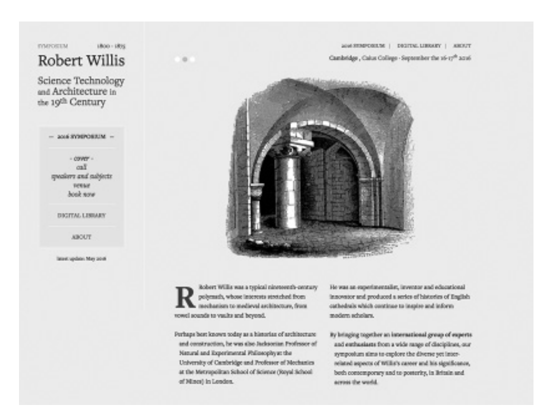


Figura 3
Robert Willis Symposium - Pagina inicial

que respetable (más de 3.000 sesiones en el último año) gracias a su contribución al conjunto global de bienes comunes.

Si nos limitáramos estrictamente a una perspectiva de carácter académico nuestro relato podría terminar aquí felicitándonos por una aportación modesta, pero en todo caso, significativa.

Horizontes próximos

A nuestro juicio las *bibliotecas digitales* promovidas, a diverso título, por la SEdHC pueden enmarcarse en un fenómeno cultural, cualitativamente más relevante, que se caracteriza por los aspectos que detallaremos a continuación.

Una nueva consciencia sobre los bienes comunes y hacia la superación de la dicotomía publico / privado

Más allá del auge de ciertos procesos colaborativos mencionados anteriormente, que han tenido un impacto considerable en ámbitos como el desarrollo de software, existe desde hace por lo menos unas décadas una clara tendencia hacia la superación de la dicotomía entre público y privado.

Ya en 1986 economistas como G. Ruffolo (Veca, 1986), entre otros, auspiciaban la consolidación de un *tercer sector* en grado de mitigar las desigualdades generadas por los mecanismos de libre mercado y superar la ineficiencia demostrada en determinadas ocasiones por el *estado de bienestar*.

En su acepción inicial, este nuevo *sector* delimitaba aquellos ámbitos de la vita económica en los que quedaba margen para un proceso de *de-mercantilización*, incluyendo el cuidado familiar, el auto-consumo y otras actividades *informales* que podrían llevarse a cabo sobre bases voluntarias en régimen de intercambio y autogestión.

Hoy el término ha pasado a definir aquellas actividades mercantiles realizadas con fines benéficos o por *buenas causas* y entre economistas se prefiere hablar de procesos de gestión de los *Commons* o *bienes comunes*.

Ya en su célebre ensayo de 1990, la economista Elinor Ostrom llegó a demostrar como la cooperación, la participación activa de los sujetos interesados y la labor de mediación necesaria para la gestión colectiva de los bienes comunes habían podido conseguir niveles de eficiencia globales superiores a otros modelos alternativos basados en la monetización de los recursos o en el intervento normativo.

En esos mismos años se iban desarrollando las primeras experiencias de democracia deliberativa (democracia directa), como los presupuestos participativos puestos en marcha en Puerto Alegre en 1988, y con los años se han ido consolidando, por lo menos a nivel de la administración local, actitudes alternativas a los tradicionales mecanismos de la democracia representativa.

Una actitud más crítica hacia el crecimiento y el consumo

Los llamamientos sobre la falta de sostenibilidad del actual modelo de desarrollo se repiten cíclicamente por lo menos desde 1972, con la publicación del informe «Los límites del crecimiento» por parte del «Club de Roma».

A día de hoy todavía no queda claro cómo podrían prefigurarse los escenarios para una posible transición *no catastrófica* hacia modelos más sostenible.

Las diferentes crisis, energéticas, productivas, financieras … que se han sucedido desde la década de los ’70 han puesto además de relieve las profundas desigualdades en la redistribución de los recursos, tanto en el *mundo desarrollado* como en el planeta en su conjunto, poniendo fin a décadas de confianza

colectiva en un constante progreso hacia un bienestar generalizado.

Se ha ido así consolidando una nueva sensibilidad hacia el *decrecimiento* tanto en el ámbito político y cultural, con las aportaciones de Nicholas Georgescu-Roegen, Hannah Arendt, Ivan Illich o Serge Latouche (*inter alias*), como en amplios sectores de la sociedad civil, generando un nuevo impulso a las iniciativas con una marcada *ética social* que suelen confluir bajo el término genérico de *economía social*.

En este contexto ha emergido el concepto de *prosumer* [prosumidor], un perfil híbrido entre productor y consumidor, con una actitud hacia el consumo que supera la relación puramente mercantil y la satisfacción, extemporánea e inmediata, de ciertas *necesidades* con la búsqueda de ciertos niveles de complicidad e identificación, y de una relación, no solo comercial, más duradera en el tiempo.

Más allá del consumo cultural

Un fenómeno análogo está emergiendo en el ámbito de la gestión cultural donde asistimos a una clara tendencia hacia una separación menos marcada entre quienes ofertan experiencias culturales y los potenciales usuarios de las mismas.

Es frecuente oír definiciones de Cultura que se acercan, por lo menos implícitamente, a frases como: «lo que hacen los turistas en verano cuando hace mal tiempo». Se trata sin duda de una caricatura forzada, pero el hecho de que también exista un *consumo cultural* ha llevado a muchos hacia una visión algo distorsionada en la que la Cultura se ve exclusivamente como un conjunto de *servicios* ofrecidos para su *consumo* y como un accesorio a la oferta turística de determinados lugares privilegiados.

Las iniciativas de las que nos hemos ocupado en nuestro trabajo de investigación parten del presupuesto que no puede haber cultura sin una comunidad que le asigne valor y que la sustente y tratan de establecer, con *esas* comunidades, una relación más estrecha.

Todas presentan, en alguna medida, una componente de *co-design* que ha permitido la participación, en alguna fase del proceso, a *otras partes interesadas*.

Las experiencias de *co-diseño*, o *diseño participativo*, se están consolidando, por muchas y diferentes razones, en muchos ámbitos antes reservados exclusivamente a los diseñadores profesionales, desde las estrategias de *workplace management*, a las intervenciones en espacios públicos, en el diseño colaborativo de nuevos servicios públicos o en diferentes niveles de la gestión de empresas.

En este nuevo escenario han surgido visiones diferentes respecto al papel reservado a los *diseñadores expertos*; frente a quienes siguen defendiendo su centralidad, como facilitador necesario en los procesos ampliados, destaca la opinión de autores como Ezio Manzini (Manzini 2015) que desplaza la contribución específica de los profesionales *fuera* de cada proceso singular. En la visión del autor, el diseñador experto debería operar, en primer lugar, como *operador cultural*.

Todo el mundo diseña pero no todo el mundo tiene una formación específica; de allí que la labor de los expertos debería colmar este vacío y operar para que se difunda una apropiada *cultura del diseño* y sea posible compartir un conocimiento: «fácil de aplicar, fácil de discutir, explicito, dialéctico, acumulable y transferible».

Bibliotecas digitales y extensión universitaria

Creemos poder afirmar que las bibliotecas digitales promovidas por la SEdHC han demostrado hasta hoy su utilidad como herramienta de investigación dentro del ámbito académico al facilitar el acceso, en formato digital, a un considerable corpus de fuentes históricas.

A la luz de los argumentos expuestos anteriormente creemos ver un significativo margen (potencial) de crecimiento fuera del ámbito estrictamente universitario. Intuimos un posible lazo de continuidad con una tradición, muy arraigada en España, de iniciativas de *extensión universitaria*, esas actividades en las que se refuerzan los lazos entre un centro universitario y su entorno más inmediato abriendo espacios, recursos, conocimiento, y propuestas culturales a otros perfiles de *usuario* fuera de la comunidad académica.

En el actual contexto, cultural y tecnológico, las instituciones que tradicionalmente se han ocupado de investigación y divulgación, como museos, archivos, bibliotecas, universidades … están modificando sus pautas de actuación intentando establecer una rela-

ción menos *asimétrica* con sus usuarios; las actividades de *extensión universitaria* representan, a nuestro juicio, un buen antecedente en esta línea de actuación.

Entre las iniciativas analizadas en nuestra investigación se encuentra la experiencia del Programa de Extensión Universitario «Patrimoni» de la Universidad Jaume I de Castellón, un grupo de apoyo a Grupos Locales para que puedan desarrollar sus proyectos sobre patrimonio.

El proyecto actúa en la provincia de Castellón, en un contexto caracterizado por una sociedad civil fuertemente estructurada, con una labor de asesoramiento y formación a iniciativas de valorización promovidas desde abajo.

Actualmente hay unos 15 grupos activos en iniciativas que abarcan desde la recuperación de la cultura del vino en la localidad de Viver hasta la recuperación de saberes artesanales o la conservación de la memoria local.

Se trata sin duda de una manera innovadora de interpretar, en clave contemporánea, la idea inicial de *extensión universitaria* y de cumplir con esa función social que debería caracterizar el papel de las universidades públicas.

Entendemos que el interés académico hacia la Historia de la Construcción no pueda considerarse como un fin en sí mismo y que una de sus aportaciones tangibles a la esfera social se encuentre en su contribución a la gestión de esos *bienes comunes* por excelencia que denominamos *patrimonio*.

En años recientes se ha consolidado una acepción de patrimonio que trasciende la materialidad de objetos, *obras maestras* y *monumentos* llegando a incluir los elementos culturales intangibles que mantienen viva la producción cultural, el entorno (paisaje) antropizado donde estos procesos tiene lugar y, tal vez como consecuencia de lo anterior, a las propias poblaciones depositarias del legado cultural y principales agentes de su conservación y valorización.

Desde esta perspectiva, ocuparse de Historia de la Construcción significa saber *leer* el patrimonio que se ha conservado hasta hoy a la luz de la cultura material y de las técnicas de edificación que en su día lo hicieron posible y que, a pesar de su escasa relevancia en los actuales métodos de producción, siguen siendo parte de nuestro patrimonio inmaterial.

Las webs promovidas, en ciertas medidas, por la SEdHC se encuentran hoy reunida en el portal «historiaconstruccion.org»; nos gusta pensar que algún día, en un futuro cercano, esta primera *masa crítica* de conocimiento pueda servir de catalizador para iniciativas de divulgación y para una labor cultural aún más ambiciosa.

Lista de Referencias

Berners-Lee, Tim, and Mark Fischetti. 2011. *Weaving the Web: The Original Design and Ultimative Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*. New York, NY: HarperBusiness.

Manzini, Ezio. 2015 *Design, When Everybody Design. An Introduction to Design for Social Innovation.* Cambridge Massachusetts: MIT Press.

Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Sociedad Española De Historia De La Construcción, *Sociedad Española De Historia De La Construcción*. [http://www.sedhc.es], 1 Jan. 2016. Web. 1 July 2017.

Sociedad Española De Historia De La Construcción, *Auguste Choisy 1841-1909: Colloque Centanaire*. [http://www.augustechoisy2009.net], 1 Jan. 2009. Web. 1 July 2017.

Sociedad Española De Historia De La Construcción, *Robert Willis 2016 Symposium*. [http://robertwillis2016.org], 1 Jan. 2016. Web. 1 July 2017.

Stallman, R. 2003. *Software libero, pensiero libero: saggi scelti di Richard Stallman.* - Editado por B. Parrella e Associazione Software Libero - Viterbo: Stampa Alternativa.

Veca et al. 1986. *Cooperare e Competere.* Milano: Feltrinelli

Woolley, Benjamin. 1993. *Virtual worlds : a journey in hype and hyperreality.* London : Penguin books

Los aleros en la Arquitectura de ladrillo de tejar en la zona sur de Castilla y León: diseños y construcción

María Soledad Camino Olea
María Ascensión Rodríguez Esteban
María Paz Sáez Pérez
Alfredo Llorente Álvarez
Alejandro Cabeza Prieto
José Mª Olivar Parra
María Basterra García

Durante siglos, el ladrillo se ha consagrado como un importante elemento ornamental en la arquitectura latericia, siendo el auténtico protagonista de la decoración de los entrepaños, las impostas, los recercos de los huecos y, de manera muy especial, de las cornisas y de los aleros de la mayoría de los edificios construidos con fábrica de ladrillo.

Su morfología paralelepipédica, con tres caras de diferentes tamaños, hacía propicia su disposición en la construcción de múltiples maneras, pudiendo apoyar cualquiera de ellas en función de la traba a ejecutar y/o del elemento a construir. Así mismo, en determinadas ocasiones, con el fin de dar solución a algunos elementos constructivos o incrementar la decoración, se colocaban piezas especiales que presentaban formas singulares, acomodándose a la geometría de la ornamentación.

Por lo que respecta a los aleros, objeto de esta comunicación, se puede afirmar que son, de entre todos los elementos decorativos de las fachadas, los que aparentemente reflejaban de manera más precisa la importancia del edificio. Tal es así, que su mayor esbeltez, prominencia y ornamentación otorgaban mayor relevancia al inmueble y, por ende, definían el estatus social de sus moradores o, en su caso, del organismo público a que pertenecía.

El alero constituye el remate de las fachadas y el nexo de unión entre ésta y la cubierta, de tal manera que, discurriendo horizontalmente sobre la primera y mediante vuelos más o menos escalonados, consigue dar apoyo a la segunda, que sobresale de su plano vertical. Estos vuelos, realizados con piezas de ladrillo en hiladas continuas, combinan diversos aparejos: a tizón, a soga, a sardinel, a serreta por tabla, en modillones, etc., formando un juego ornamental característico de cada inmueble (Rodríguez Esteban 2014).

Las cubiertas, ejecutadas en todos los ejemplos con teja cerámica curva o lomuda, apoyan sobre los aleros, volando del plano de las fachadas, alejando de ésta el agua de la lluvia que recoge el tejado, llevándola «fuera de los piés de las paredes y los cimientos» (D.D.A.R.D.S. 1788, 13) ejerciendo así su función característica.

Constructivamente, conseguir la estabilidad de los aleros, fundamentalmente cuando presentan importantes vuelos, es una labor compleja, cuya ejecución pasa por utilizar piezas más grandes y trabar fuertemente los ladrillos que forman la coronación de los muros.

En este estudio se han analizado los aleros de diversos municipios del sur de la provincia de Valladolid, en un período amplio de tiempo que abarca desde las iglesias mudéjares del siglo XII, a los edificios levantados y reformados en el siglo XVIII. Se localizan en zonas limítrofes con Segovia y Ávila, de gran tradición ladrillera, donde todavía subsisten notables ejemplos de construcciones de los siglos XII al XVI levantadas con ladrillo, destacando las iglesias mudéjares, con sus ábsides ornamentados con arquillos ciegos y frisos de esquinillas (Valdés 1986) y los castillos, como el de La Mota, en Medina del Campo (Valladolid), el de Coca (Segovia) y el de Arévalo (Ávila).

En todos ellos se ha empleado el ladrillo macizo de tejar, hecho a mano, proveniente de tejares de la provincia. En lo que respecta a las construcciones más recientes, se da la circunstancia de que en los siglos XVIII y XIX había cerca de una treintena de pueblos con tejares, elevándose la cifra hasta setenta y cinco a principios del siglo XX (González 1989, vol 2). Lamentablemente, en la actualidad, tan sólo sigue en funcionamiento la Cerámica Nietos de Eulogio Bernardos Artesanos, en Arévalo, en donde se siguen elaborando piezas cerámicas de manera artesanal (Olivar et al. 2015).

Descripción de las piezas de ladrillo

Los ladrillos encontrados muestran dimensiones muy variadas, hecho que viene justificado por el sistema de elaboración, ya que los moldes de madera donde se daba forma a las piezas eran preparados por cada tejera. Por lo tanto, cada una de ellas establecía las medidas de las cuatro tablillas de madera que conformaban las gradillas o macales, que en ocasiones eran dobles y podían formar dos piezas al tiempo (Camino et al. 2000). Así mismo, incluso con moldes iguales, las piezas resultantes podían tener diferencias considerables, debido a que la masa sufría importantes retracciones, durante los procesos de secado y de cocción,

Por lo general, y salvo contadas excepciones, la longitud del canto solía estar en una proporción aproximada entre 2:1 y 1,60:1 con relación a la testa, hecho que se constata con la medición las piezas de ladrillo, pertenecientes a múltiples edificios de la zona descrita anteriormente. De esta labor se han obtenido los datos que figuran en la tabla 1, que testifican la heterogeneidad de las medidas de los ladrillos y la proporción entre la soga y el tizón (Camino 2002).

Además de estas piezas, se tiene conocimiento de otras tantas, procedentes de la demolición de diversos edificios, las cuales, en línea con lo que venimos exponiendo, presentan variadas medidas, fundamentalmente en la longitud de la soga. Ejemplo de ello son los ladrillos de la figura 1, cuyas dimensiones oscilan desde 34 × 17,5 × 4 cm el mayor de todos, hasta 23,5 × 12 × 4,2 cm el más pequeño, teniendo la pieza intermedia unas medidas de 26 × 17,5 × 3 cm. Entre todos, destaca por su singularidad el ladrillo

Soga x tizón x grueso (cm)	Proporción Canto:testa	Edificios	siglo
38 x 18 x 3,5	2,10:1	Iglesia de San Pedro de Alcazarén	XII
35 x 17 x 3 a 3,5	2,05:1	Iglesia de San Andrés de Olmedo	XIII
35 x 22 x 3	1,60:1	Iglesia de Nª Sª de la Asunción de Ventosa de la Cuesta	XVI
33 x 16,5 x 3,5	2,00:1	Iglesia de San Matías de Bobadilla del Campo	XVI
30 a 29 x 19 a 18 x 4 a 3,5	1,58:1	Iglesia de San Miguel, de Olmedo	XVI
		Iglesia de Santiago de Alcazarén	XIII
		Iglesia de San Boal de Pozaldez	XIV
		Castillo de la Mota de Medina del Campo	XV
		Hospital de Simón Ruiz de Medina del Campo	XVI
30 a 28 x 15 a 14 x 3,5 a 4	2,00:1	Iglesia de San Juan Bautista de Ataquines,	XVII
		Iglesia de Santa María de Mojados	XIV
		Iglesia de la Asunción de Almenara de Adaja	
27 x 17 x 4	1,58;1	Iglesia parroquial de San Pedro Serrada	
26 x 13 x 4	2,00:1	Iglesia de la Asunción de Almenara	

Tabla 1
Dimensiones de ladrillos



Figura 1
Fotografía de cuatro ladrillos recuperados de demoliciones (Camino 2017)

aplantillado, en este caso, con perfil en pecho de paloma, que tiene una cubicación de 33 × 11 × 5,5 cm.

Respecto a los ladrillos aplantillados, es importante reseñar que eran piezas clave en los diseños de los aleros. En la mayoría de los casos, muestran un perfil curvo que sustituye a una de las esquinas, que se conseguía mediante la colocación en los moldes de una pieza de madera o de metal.

En la zona de estudio, en función del perfil aplantillado, se han encontrado cinco tipos diferentes de ladrillos. Los más sencillos de todos son los denominados, de nacela, de cuarto de bocel, y el conocido como pecho de paloma, con perfiles cóncavo y convexo, respectivamente. Los otros son variantes de los anteriores, en los que se combinan motivos curvados, encontrándose molduras en talón o cima reversa, en gola, o cima recta y la unión de un listel con cuarto bocel (figura 2).

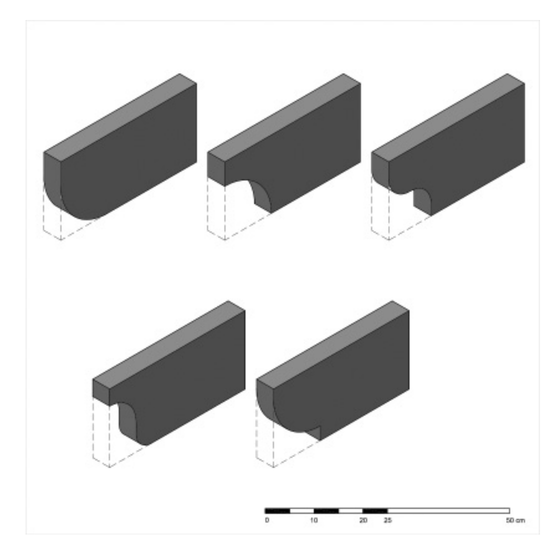


Figura 2
Dibujos de las diferentes formas de ladrillos aplantillados localizados (Basterra 2017)

Así mismo, en ciertos aleros de las construcciones estudiadas se han encontrado ladrillos especiales, cuya soga presenta mayor longitud que el resto de las piezas, alcanzando medidas de hasta 68 cm., facilitando la estabilidad frente a los prominentes vuelos de las cornisas para los que «es preciso fabricar el ladrillo de distinta marca y de mayor largo» (Villanueva 1827, 99)

Ejecución de los aleros

Como se ha apuntado, los aleros son los elementos transitorios entre la cubierta y el muro de cerramiento. De manera general, en este tipo de edificios, las cubiertas que soportan son inclinadas con estructura de pares de madera que apoyan en los muros de cerramiento mediante durmientes. Éstos suelen estar dispuestos en la parte interior de ese muro sobre una hilada de ladrillos que se colocaba como remate del mismo. Su cobertura era con tejas lomudas o curvas y solían carecer de limahoyas.

Respecto a los muros sobre los que descansan los aleros, cabe reseñar que se componen de dos hojas exteriores unidas con un relleno interior, pero claramente diferenciadas entre sí, una exterior que muestra la cara del edificio, por lo que ha sido cuidadosamente construida, y otra al interior cuya hechura queda oculta.

En los cerramientos, la hoja exterior presenta un aparejo regular y ordenado de tizones y/o sogas, alternando piezas enteras con terciadas, de manera que se van dejando al interior dentellones que facilitan la traba con la interior, compuesta por cascotes, mampuestos y cal o por ladrillos enteros sin aparejo ordenado, alcanzando entre las dos un espesor igual o superior a dos astas.

Respecto a los aparejos, eran varios modelos a los que se solía recurrir y que se repetían sistemáticamente en la mayoría de los inmuebles, siendo frecuente encontrar combinaciones de hiladas con los ladrillos apoyados en caras diferentes, que generaban

disposiciones horizontales y verticales. Las primeras se caracterizan por tener los ladrillos apoyados sobre sus tablas, pudiendo dejar al exterior la testa, en cuyo caso reciben el nombre de aparejo «a tizón»; o el canto, denominándose «a soga»; o también el grueso en esquina, llamándose «a serreta» o «en ángulo». Respecto a las disposiciones verticales, los ladrillos se apoyan en su canto o su testa, recibiendo el nombre de aparejo «a sardinel» y «a sardinel de canto», respectivamente (Rodríguez Esteban 2014).

Por su parte, los aleros presentan una mayor complejidad de ejecución, que aumenta con su altura, ya que un incremento en ésta supone un incremento de su vuelo, llegando a sobresalir del plano de fachada en ocasiones hasta la dimensión de una soga. Esta característica es la que hace que su construcción sea singular, habiendo tenido que llevar especial cuidado para evitar su vuelco ya que, no hay que olvidar, que los aleros reciben parte de la carga de los tejados, además de soportar su propio peso. Su solución pasa por conseguir que su centro de gravedad se proyecte dentro del muro además de lograr una fuerte traba entre ambos.

En su construcción, la hoja exterior se ejecutaba esmeradamente, superponiendo hiladas de sardineles y de tizones que se iban escalonando, hasta conseguir el vuelo deseado. Este perfil escalonado se muestra también en el interior, irregularidad que favorece la trabazón con la cara oculta. Independientemente del tipo de aparejo, la unión entre ladrillos en una misma hilada y en hiladas entre sí se realizaba con argamasa de cal y arena, formando juntas verticales de menor espesor en los sardineles que en el resto de las fábricas.

Así mismo, se realizaban elementos decorativos singulares, denominados modillones, formados por superposición en escalera de una pieza a tizón, que hacía incrementar el vuelo del alero sobre el paño de fachada.

Con estos motivos son con los que se han ejecutado la mayoría de los aleros, si bien, existen singularidades que no responden a este esquema. Muestra de ellos son los aleros en los que se introducen hiladas de tejas, que en algunas ocasiones se combinan con los ladrillos, siendo éste un recurso importante para la estabilidad de los aleros, ya que su mayor longitud ayuda a resolver el gran problema que se genera en la formación de los vuelos.

Salvo ejemplos muy simples, lo habitual es los aleros estén formados por combinación de diferentes disposiciones y aparejos, por lo que todos se englobarían en un grupo mixto. No obstante, hay que considerar que en su desarrollo, la primera y la última hilada llevan disposición horizontal de tizones. Teniendo en cuenta esta premisa, se ha realizado una clasificación de los mismos en función del aparejo predominante, estableciendo cuatro tipos de aleros: aleros de sardineles, aleros de modillones, aleros de hiladas a serreta y aleros mixtos. Además se han incluido los aleros de tejas y los denominados aleros singulares que no siguen los esquemas de formación de los anteriores y solamente se han localizado en un único edificio.

Aleros de sardineles

Son los aleros más habituales. Arrancan en una hilada de tizón sobre la que vuela una de sardineles, repitiéndose en la coronación la hilada a tizón para dar asiento a las tejas de la cubierta.

Estos sardineles se muestran en dos variantes, en función de si las piezas de ladrillo son paralelepipédicas o son aplantilladas, en cuyo caso, estos ladrillos pueden tener como perfil cualquiera de las formas descritas anteriormente, tales como pecho de paloma, cuarto de círculo o gola.

El alero descrito es el más sencillo, pero puede dar lugar a otros más complejos, de mayor esbeltez, me-

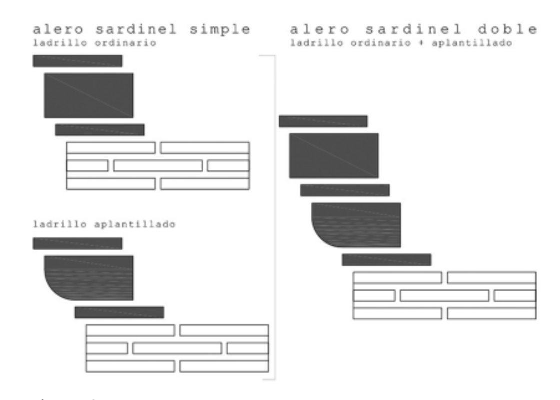


Figura 3
Formación de aleros de sardinales: simples un único sardinel, dobles, dos sardineles, en ambos casos intercalados entre hiladas a tizón voladas (Basterra 2017)

diante la superposición continua de más sardineles, separados entre sí por una fila de tizones, siempre en vuelos sucesivos. Este modelo se ha localizado en algunos de los edificios, si bien, en ninguno de los casos ha sobrepasado la doble hilada de sardineles, hecho que incrementaría en gran medida el vuelo total del alero, con mayor problema constructivo y estructural. Por otra parte, aleros muy esbeltos estarían desproporcionados con relación a la altura total de los edificios. En la figura 3 se muestra un esquema de la organización y las posibles combinaciones de las hiladas a sardinel, con piezas ordinarias y aplantilladas y en la figura 4 se puede ver un alero característico de sardineles.



Figura 4
Alero de una Casona de Serrada formado por dos sardineles con ladrillos aplantillados (Autores, 2017)

Aleros de modillones

Los aleros de modillos son aquellos en los que predominan los denominados, «modillones», que son un recurso constructivo-estructural-ornamental que se forma por la superposición de tres o más piezas de ladrillo sentadas a tizón, en vuelos escalonados. En los aleros, estos modillones son intermitentes, alternando con espacios en el plano de fachada, lo que confiere un juego de luces y sombras que incrementa la percepción ornamental.

De manera general, la franja de modillones arranca sobre una o dos hiladas previas de tizones, que sobresalen de la fachada, marcando el comienzo del alero, rematados con tejas que cierran el espacio entre modillones, e hiladas corridas a tizón donde se apoyan las tejas de la cubierta. Se podría hablar de una tipología de alero muy sencilla, tanto por su ejecución como por la morfología, empleando siempre piezas de ladrillo ordinario, sin aplantillar.

Este alero es muy característico de las iglesias, mostrándose tanto en las naves como en las torres, no habiéndose localizado ningún ejemplo en edificios de tipología residencial ni civil, tales como ayuntamientos, bodegas u otro tipo de inmueble característico de la zona (figura 5).



Figura 5
Fotografía de uno de los aleros de la Iglesia de Nª Sª de la Asunción de Ventosa de la Cuesta (Camino 1988)

Aleros de hiladas a serreta

Llamamos así a los aleros que muestran una o más hiladas a serreta. Este aparejo consiste en asentar los ladrillos en su tabla, pero girados respecto del plano de la fachada 30/60º o 45º, de manera que muestran al exterior una esquina. Tienen la singularidad de que no en todos los casos vuelan con respecto a las hila-

das inferior y superior, ya que en ocasiones pueden ir enrasados con ellas. Hay variantes en su colocación, encontrándose ejemplos de hiladas a serreta que vuelan con respecto a la de apoyo pero están alineadas con la superior y, viceversa, que se enrasan con la inferior y sobresalen de la que discurre por encima de ella.

En la arquitectura mudéjar era un elemento muy común que adornaba los aleros de la mayoría de los inmuebles, en doble hilada, superponiendo dos filas con el mismo aparejo, dando lugar a lo que se denomina friso de esquinillas (Valdés 1986,139).

En la zona de estudio, este tipo de alero se ha localizado en los hastiales, como remate de las fachadas laterales, como se muestra en la figura 6, en esta ocasión, con una única fila de serretas.



Figura 6
Alero de hilada a serreta en un hastial lateral de un edificio de vivienda en Serrada (Autores 2017)

Aleros mixtos

Llamamos así a los aleros que se forman por la combinación de los anteriores. Son aleros más esbeltos y más complejos en cuanto a su ejecución ya que son más prominentes, lo que incrementa la dificultad para conseguir la estabilidad del voladizo. En ellos se superponen hiladas de sardineles o de modillones con alguna a serreta. En ambos diseños, la hilada a serreta se coloca en el arranque del alero, a partir de la cual, se superponen el resto de las filas en múltiples composiciones.

De la misma manera que se hacía con los aleros de sardineles, en los mixtos, la consecuencia inmediata del incremento del número de hiladas en vuelos consecutivos escalonados es una mayor prominencia en el vuelo. Si a esto se añade la combinación de múltiples aparejos, el resultado final son cornisas de mayor presencia y relevancia.

En cuanto a los diseños existentes en la zona de estudio, no se han encontrado ejemplos en los que se entremezclen hiladas de modillones con otras de sardineles, siendo recurrente el uso de hiladas de tizones simples como elemento separador del resto de motivos. Como muestra, se analizan los dos esquemas más representativos:

– El primero de ellos es el formado por modillones de cinco hiladas en vuelos consecutivos, entre las que destaca una fila a serreta que se sitúa entre dos de tizones, en el arranque, seguida por otra a sardinel que sirve de apoyo a otra más de tizones, con la que se remata el elemento (figura 7).



Figura 7
Iglesia de San Pedro de Serrada (autores, 2017)

– El segundo es el alero formado por doble hilada a serreta o en esquinilla, que discurre también entre dos filas de tizones simples. A continuación una sucesión de modillones, compuestos

cada uno de ellos por cinco piezas a tizón que se van escalonando gradualmente, consiguiendo un vuelo mucho más prominente que el citado anteriormente. El remate, como es habitual, se realiza mediante una fila de tizones sobre el que apoyan las tejas. (Figura 8)




Figura 8
Iglesia de San maría Magdalena de Matapozuelos (Camino 1988).

Aleros singulares.

Junto a los aleros que hemos analizado y que mantienen rasgos comunes en la mayor parte de los inmuebles, existen otros que no siguen las pautas habituales de diseño, presentando motivos ornamentales singulares, como es el caso de la iglesia de Santa María de la Asunción, de Ventosa de la Cuesta, en Valladolid (figura 9). En este ejemplo, el alero está formado por una sucesión de arquillos ciegos de medio punto, de una rosca de medio pie, que junto a las impostas, vuelan sobre las jambas. Las dovelas son piezas de ladrillo a sardinel que llevan la inclinación hacia el centro del arco, rematando en los extremos por los salmeres, apoyando en ladrillos aplantillados a sardinel formando el voladizo. La enjuta, que también es de ladrillo, está formada por tres piezas de los tamaños adecuados para rellenar los paños. El conjunto ofrece un alero muy esbelto, que a diferencia

Figura 9
Iglesia parroquial de Santa María de la Asunción de Ventosa de la Cuesta (Camino 1988)

de lo que es usual, no se corresponde con un gran vuelo, siendo en este caso bastante comedido.

Otro alero que resulta singular es el de la Iglesia de San Juan de Olmedo (figura 10), que se ha ejecu-



Figura 10
Alero de la Iglesia de San Juan de Olmedo (Camino 1988)

tado en todo su desarrollo con hiladas de tejas. En este ejemplo, la coronación del muro se forma con cinco hiladas en tejaroz, que vuelan escalonadamente, sin combinación alguna con piezas de ladrillo. En otros aleros se ha localizado hileras de tejas en el remate del alero.

Encuentros en rincón, en esquina y testeros.

En los edificios exentos, fundamentalmente en las iglesias, su morfología perimetral requería dar solución a los encuentros de los aleros que coronaban las fachadas dispuestas perpendicularmente, es decir, las esquinas y los rincones. Estos puntos eran especialmente complicados de resolver, en la media de que el resultado final no desfigurase la belleza del elemento, dificultad añadida a la ya existente de conseguir la estabilidad frente al vuelco. Es por ello que los responsables de su ejecución agudizaron el ingenio para conseguir una continuación del diseño lineal en los quiebros de los diferentes aparejos, especialmente de las hiladas a serreta, a sardinel y los modillones, ya que las de tizón no suponían ningún tratamiento especial.

En las hiladas a sardinel, las seis o siete piezas previas a la esquina o al rincón, en su caso, se van girando paulatinamente, por un lado, inclinándose con respecto a la horizontal y por otro virando respecto al plano de fachada hasta conseguir el ángulo y la posición adecuados para la pieza que materializa el encuentro entre las dos fachadas perpendiculares (figura 11). Esta solución aparece publicada en la figura 1 de la lámina VIII del Arte de la Albañilería (Villanueva 1827).

Se puede observar como las testas de los ladrillos a sardinel que forman parte de este conjunto están recortadas para dejarlas paralelas al plano de fachada excepto el ladrillo de la esquina que presenta la testa apuntada, en pico (Figura 11)

En los aleros de modillones, la solución es genuina, recurriendo a ladrillos aplantillados o recortados en la bisectriz del ángulo. Estas piezas constituyen un paralelepípedo de cinco lados, por el corte en pico de una de las testas, además, tienen mayor longitud de canto que los ordinarios, para compensar su vuelo, más prominente que el del resto del alero (figura 8).

Por lo que respecta a las hiladas a serreta, lo que en un principio parece ser una labor compleja, no tiene mayor dificultad, ya que, al igual que sucedía con las de tizón, la propia colocación de las piezas conforma el encuentro de las esquinas y de los rincones, posiblemente tras un replanteo previo de las piezas que en ocasiones son de menor tamaño, según las dimensiones del quiebro de la fachada.



Figura 11
Encuentro en rincón y esquina de un alero de sardineles e hiladas de la Iglesia de Santiago de Alcazarén (Camino 1988)

No obstante, hay que considerar que estos encuentros más conflictivos son los más vistosos, por lo que su construcción debía ser esmerada, mostrando en todos los ejemplos un estudiado replanteo de las piezas para que quedaran perfectamente encajadas.

Otros elementos que merecen la atención en los aleros son los encuentros entre una fachada principal y una lateral, cuando esta última remata en piñón. En estos casos, la solución se complica puesto que se produce un encuentro entre un alero horizontal con otro inclinado.

En los inmuebles estudiados se han encontrado dos sistemas diferentes. En el primero de ellos se le otorga a la fachada principal el protagonismo que tiene como tal, de manera que su alero da la vuelta y se prolonga en horizontal sobre la lateral, en una longitud de aproximadamente medio metro. En este caso, las hiladas se resuelven en esquina, como si de dos fachadas iguales se tratase, pasando la dificultad al

paño entre la última y la cubierta inclinada, que se soluciona de manera poco ortodoxa, rellenándolo con mortero (figura 12).

La otra solución, más simple, consiste en terminar el alero en el extremo sin más diseño que el del desarrollo normal, a partir del cual, comienza el alero inclinado, incorporando las hiladas desde el punto en el que constructivamente sea posible (figura 5). Esta solución menos elaborada solamente se encuentra en edificios de vivienda con fachadas más simples.



Figura 12
Encuentros entre aleros de la fachada principal y el testero lateral.

Estabilidad del voladizo

Los voladizos de algunos edificios son importantes y el peso del vuelo se contrarrestaba con el resto del muro para lo que era necesario trabar bien toda la fábrica. El sardinel no debía volar más de la ½ o 1/3 de la soga para mantener la estabilidad necesaria, de manera que, como enseñan en los manuales antiguos, «que atizone lo necesario» (Perier y Gallego 1932). Por otra parte, cuando el vuelo que se iba a generar era muy importante se acudía a ladrillos de gran formato de 2 a 3 pies de soga.

En la figura 13 y la figura 14 se pueden apreciar diversas imágenes pertenecientes al alero de sardineles de un mismo edificio en restauración. En la fotografía de la figura 13 se puede observar que los ladrillos volados, tanto en hiladas como en sardineles, están trabados con el resto de la fábrica del muro. En la figura 14, se observa la colocación de los ladrillos en la hilada del arranque.

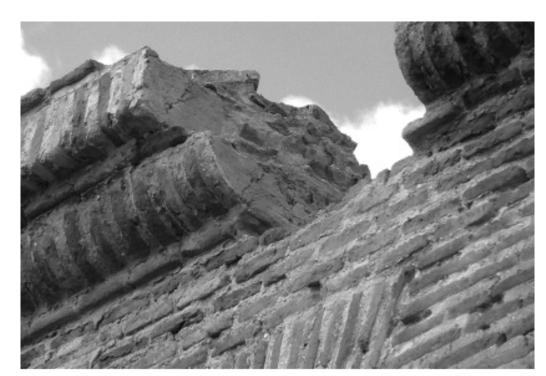


Figura 13
Fotografía del alero de una iglesia en restauración (Autores 2017)



Figura 14
Alero de sardineles e hiladas del mismo edificio de la figura 13 (Autores 2017)

La figura 15 reproduce el aparejo de ladrillos de un muro, según información extraída de las imágenes anteriores, donde se aprecia que, en esta ocasión, el alero se ha construido con ladrillos aplantillados de iguales dimensiones que el resto de la fábrica. Además se han trabado las hiladas a tizón y los sardineles en voladizo con el resto de la fábrica para conseguir el equilibrio.

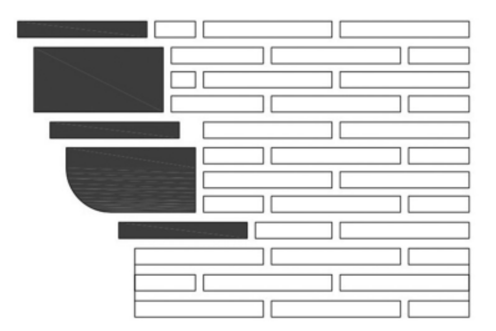


Figura 15
Dibujo del aparejo y alero del ejemplo de las figuras 13 y 14 (Basterra 2017)

Conclusiones

La primera conclusión a la que se puede llegar es que los aleros se construían en los edificios basándose en una serie de motivos simples que se configuraban de forma similar en todos los edificios. Por una parte, en los más antiguos, como son las iglesias mudéjares, y por otra, en los levantados a partir del siglo XV, que vienen a ser réplicas de aquellos. No obstante siempre hay alguna excepción, localizando aleros singulares que han sido ejecutados con motivos., que aunque son diferentes, no distan mucho de las figuras que podríamos denominar «al uso».

Respecto a la construcción, se concluye que la fábrica de ladrillo de los aleros está muy bien trabada y forma una unidad constructiva que logra que el peso de los voladizos sea contrarrestado por el resto de la fábrica, para evitar así su vuelco. La ejecución se llevaba a cabo por hiladas y/o sardineles volados, es decir, por niveles, siendo necesario esperar el fraguado de la argamasa de cada fila para comenzar a levantar el siguiente elemento volado.

Las esquinas y rincones donde se producen los encuentros de dos aleros horizontales al mismo nivel se han ejecutado de manera similar en todos los casos estudiados. En el caso concreto de las hiladas de sardineles, su enlace se ha solucionado tal y como se describe en los tratados de albañilería, destacando sobre todos el de Juan de Villanueva, que seguramente recoge los procedimientos que había sido habituales durante siglos y que han seguido los albañiles para hacer con gran maestría las fábricas y ornamentación con ladrillo y argamasa de cal y arena, dando sentido al título del manual, Arte de Albañilería.

Referencias

D.D.A.R.D.S. 1788. *Diccionario de las nobles artes para instrucción de los aficionados y uso de los Profesores*. Segovia.

Camino. M.S. 2002. *Construcción y ornamentación de las fachadas de ladrillo prensado, al descubierto, en la ciudad de Valladolid*. http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcr78b9

Camino Olea, M. S., García Barrero, R. J., & Llorente Álvarez, A. 2000. El proceso de fabricación de productos cerámicos a principios de siglo, en Tierra de Campos. La producción de cerámica cocida preindustrial y el paso a la industrialización. *Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción (2000), p 177–181* (pp. 177–181). Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de Sevilla.

González, Primitivo. 1989. *Cerámica preindustrial en la provincia de Valladolid*. Valladolid. Diputación de Valladolid. Tomo 2

Olivar-Parra, J.M.; Llorente-Álvarez, A.; Camino-Olea, M.S.; Poza-Casado, I. 2015. Elaboración artesanal de adobes y ladrillos de tejar en la cerámica Nietos de Eulogio Bernardos Artesanos, en Arévalo. . *Construcción con tierra. Investigación y documentación. XI CIATTI 2014*, 287–296. http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2015/031olivar.pdf

Perier y Gallego, P. 1853. Tesoro de Albañiles o guía teórico-práctico-legislativa de albañilería, Imprenta de Antonio Martínez, Madrid

Rodríguez Esteban, Mª Ascensión 2014. *La arquitectura de ladrillo y su construcción en la ciudad de Zamora (1888–1931)*. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. Zamora

Valdés Fernández, M. 1986. Estudio de los ábsides mudéjares de la Moraña (Ávila). *Asturiensia madievalia*, 5, 135–154

Villanueva, J. 1827. *Arte de la Albañilería, ó instrucciones para los jóvenes que se dediquen á él, en que se trata de las herramientas necesarias del albañil. Formación de andamio, y toda clase de construcciones*. Edición en la oficina de Don Francisco Martínez Dávila, Madrid.

Geometría, simbología y arte en las cubiertas de madera. Armadura de par y nudillo con lacería del Convento de santo Domingo de Chinchilla de Montearagón, Albacete

Flora María Cantos Cebrián
Damián Cebrián Davia
Asunción Martínez González

El edificio del antiguo Convento de San Juan Bautista de Chinchilla, más conocido por Convento de Santo Domingo por la orden religiosa que en él se estableció, responde a la tipología propia de la arquitectura mendicante, teniendo su origen en la Edad Media. Sufrirá reformas importantes en los siglos posteriores, sobre todo en el barroco, en el siglo XIX, sometiéndose a nuevos usos tras la desamortización y en el siglo XX con las últimas intervenciones.

Está situado en la Calle del Arenal de Chinchilla de Montearagón, un pequeño municipio de unos 4.000 habitantes, situado a 15 km de Albacete. Se localiza en una zona periférica, quedando fuera de lo que fue el recinto amurallado de la ciudad.

Aunque ha llegado muy transformado a nuestros días desde su configuración primitiva, quedan espacios y elementos arquitectónicos que nos muestran el gran valor histórico y artístico que posee, y sobre todo, la huella del tesoro «mudéjar» que un día fue.

Declarado Bien de Interés Cultural [1], y enmarcado en una ciudad declarada conjunto histórico, como es Chinchilla de Montearagón, con un gran número de monumentos, resulta sorprendente el gran desconocimiento popular sobre esta interesante edificación.

Con la intención de estudiar, describir y poner en valor uno de los elementos arquitectónicos que todavía se conserva, como es la armadura de par y nudillo en la nave central del Templo, nace este trabajo.

Antecedentes

Contexto histórico

Chinchilla de Monte-Aragón fue un emplazamiento íbero, más tarde romano, siendo ocupado posteriormente por los visigodos.

Como ciudad amurallada islámica aprovechó un núcleo preexistente, adaptándose a la falda de una montaña. Será en época de los reinos Taifas y de las invasiones africanas (almorávides y almohades) cuando adquiera una elevada importancia estratégica y militar (siglos XI-XIII).

Desde su reconquista en 1242 fue disputada y poseída alternativamente por Aragón y Castilla, hasta que quedó en posesión de ésta última a partir de Alfonso X, quien comenzó su repoblación concediendo privilegios a sus habitantes. Formó parte del Señorío de Villena y fue con Don Juan Manuel el lugar más poblado y con mayor término de sus tierras, siendo la ciudad de Albacete una aldea suya.

En el siglo XIII aparecen las Órdenes mendicantes, franciscanos y dominicos. Las comunidades fundadas por la Orden de Predicadores o de Santo Domingo, en tierras de la actual diócesis de Albacete fueron cuatro, dos en Chinchilla y otras dos en Alcaraz, con un convento de frailes y otro de monjas en cada sitio. En el siglo XIV se funda el convento de San Juan Bautista en Chinchilla.

En 1422 Chinchilla obtuvo el título de 'Ciudad'. Durante el reinado de los Reyes Católicos, la ciudad

padece un progresivo estancamiento, creciente durante toda la Edad Moderna, mientras que la vecina Albacete va adquiriendo un mayor protagonismo político y económico.

Volverá a tener algo de protagonismo durante el trienio liberal de 1820, convirtiéndose incluso en capital de la efímera provincia de Chinchilla. Pero en 1833 la capitalidad recae sobre Albacete (figura 1).



Figura 1
Vista panorámica de Chinchilla y este del Convento en la parte inferior izquierda de la imagen. Fuente: Fondos fotográficos de la Fototeca del Patrimonio Histórico del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte[2].

El edificio conventual

El conjunto edificatorio llega a nuestros días dividido en dos zonas debido a la diferente titularidad y uso. Por una parte, las construcciones que siguen perteneciendo a La Iglesia: el antiguo Templo del convento, actualmente destinado a varias actividades de uso religioso, como ensayos de Cofradías, centro de reuniones y lugar donde se desarrolla la elaboración, montaje y exposición de un Belén en fechas navideñas; una capilla lateral, con acceso independiente desde la calle y comunicada también con el Templo, dedicada todavía al culto; la antigua Sacristía y la torre. El resto sería adquirido por el Ayuntamiento y restaurado en la década de los 90, formado por las dependencias que se distribuyen en torno al claustro, de planta baja y primera donde se ubica la Escuela Taller de Chinchilla y otras salas en las que se desarrollan diferentes actividades culturales, exposiciones, etc. (figura 2).



Figura 2
Vista exterior del conjunto. Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

En líneas generales, esta edificación responde al carácter formal de la arquitectura mendicante, siguiendo el modelo arquitectónico de las órdenes monásticas, aunque con zonas ya desaparecidas; y utiliza las técnicas, materiales y sistemas constructivos propios de la arquitectura mudéjar, entendiendo por tal la realizada en territorio cristiano mezcla de influencias artísticas cristianas y musulmanas de la época en la que se desarrolla. Mantiene parte de los sistemas constructivos y materiales originales, con la utilización abundante del ladrillo, muros de tapia calicostrada y madera en forjados y cubiertas. Según Pérez Sánchez: «el convento de Santo Domingo, es una obra capital donde se encuentra lo más antiguo, bello y original del mudejarismo levantino» (Pérez Sánchez 1960).

El claustro queda delimitado por cuatro tramos de arquerías en doble altura en aparente estilo mudéjar. En planta baja los arcos son apuntados de ladrillo en su mayor parte, otros de piedra, sobre pilares de fábrica de sillar. En la planta superior la arquería es de arcos escarzanos sobre columnas de planta octogonal de ladrillo macizo. Los corredores se cubren en ambas plantas con forjados de madera. En el centro hay un pozo. Las techumbres de las cuatro crujías del claustro debieron cubrirse originariamente con alfarjes de madera, ocultas posteriormente en el siglo XVIII con bóvedas de arista de yeso, retiradas tras la última restauración.

La sala de la antigua Sacristía, hoy sin uso, es la estancia menos transformada. Conserva las fábricas originales de tapia, revestimientos de mortero de cal y

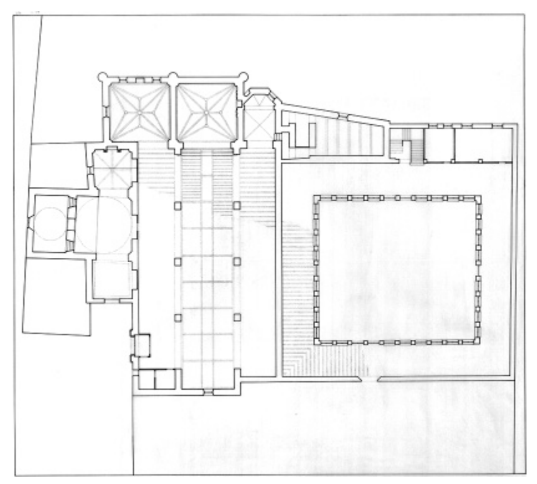


Figura 3
Planta de distribución. Plano del Catálogo Monumental del Patrimonio Arquitectónico elaborado por la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha en 1991.

alfarje policromado, posiblemente de la etapa constructiva inicial. Al lado, la torre campanario, de configuración austera y forma prismática, en tapia y ladrillo, recuerda al minarete de tradición islámica (figura 3).

Iglesia del Convento de Santo Domingo

Los mendicantes concedieron una gran importancia a la Iglesia, en la cual, junto a la celebración Sacramental, la predicación adquiere un papel destacado, lo que se manifestará en la grandeza del templo. Aunque los principios de las órdenes mendicantes fueron severos, tiempo después los frailes se vieron patrocinados por las casas nobles y por reyes, lo que les llevó a construir edificios magníficos. Desde mediados del siglo XIII y especialmente en los siglos XIV y XV las donaciones particulares de altares y capillas fueron una importante fuente de ingresos para los conventos (Kruger 2008, 300).

La Iglesia consta de tres naves separadas por grandes arcos apuntados que descansan en pilares rectangulares, dividida en 4 tramos. Las tres naves tienen capillas en las cabeceras. Existía un coro a los pies, ya desaparecido. El acceso al templo es lateral, por una portada de sillería de estilo renacentista y barroco (figura 4).



Figura 4
Nave central de la Iglesia. Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

En cuanto a los sistemas de cubrición, son de madera en las tres naves, y bóvedas de crucería estrellada de terceletes en la Capilla Mayor y en la del lado del Evangelio, con nervios de sillares y restos de policromía. En la capilla del lado de la Epístola son dos bóvedas aristadas.

La nave central se cubre con una armadura de par y nudillo con lacería en el almizate y abundante policromía. Tiene unas dimensiones en planta de 30 m × 6,6 m, y altura de 12 m hasta la base del almizate.

Carpintería de armar

La madera es un material con muy buenas cualidades para emplear en la construcción. Es muy ligera y admite una gran deformabilidad, aspectos favorables para la utilización en los edificios históricos,

puesto que en buenas condiciones puede ser muy longeva.

La carpintería de armar o de lo blanco es aquella en la que la madera se trabaja y corta a escuadra, partiendo de un rollizo del que se obtienen secciones cuadradas y rectangulares. Los forjados y armaduras de madera son las mejores manifestaciones.

Durante los siglos XVI y XVII el correcto trazado de una armadura y su construcción son conocimientos básicos para cualquier carpintero, describiéndose la técnica en los tratados de la época, como el de López de Arenas y fray Andrés de San Miguel.

Todas las armaduras, especialmente las de trabajo de lacería, están constituidas por innumerables piezas de diferentes tamaños, algunas muy pequeñas.

Armadura de par y nudillo

Es el sistema estructural más utilizado por carpinteros en cubiertas españolas históricas y siempre la solución elegida en las cubiertas de lacería.

En las cubiertas de pares, la carga es recogida directamente por los pares, muy próximos entre sí, y transmitida por estos a los apoyos, los muros. Las armaduras de pares tienen empujes horizontales, mayores al aumentar la luz o disminuir la pendiente de los faldones, solucionándose este problema en las armaduras de par e hilera y las de par y nudillo.

La armadura de par e hilera une parejas de vigas de madera con la introducción en la cumbrera de una viga horizontal, la hilera. Esta armadura evoluciona en cuanto a mejora de la estabilidad introduciendo un nuevo elemento, el nudillo, que traba cada pareja de pares, bien ensamblados, aproximadamente a los dos tercios de su altura, consiguiendo de este modo una reducción de los esfuerzos a flexión que debe soportar cada par (Nuere 2008, 105). Los pares descargan un continuo empuje horizontal sobre la línea de apoyo, que se recoge en los estribos de la armadura, por lo que deben ser atirantados. Los tirantes funcionan como una viga y pueden ser simples o ir pareados.

La cubierta que cubre la nave central del Templo es a dos aguas, formada estructuralmente por una armadura de par y nudillo, con tres paños, almizate y once pares de tirantes (figura 5).

El montaje de las armaduras se basa en una sucesión ordenada de los elementos, se describe a continuación los que forman esta armadura, siendo generalmente los utilizados.[3] Distinguimos el estribamiento de la armadura, la parte estructural (tirantes, pares, nudillos, hilera) y elementos que cierran el espacio (arrocabe, trasdós de los pares, etc.).

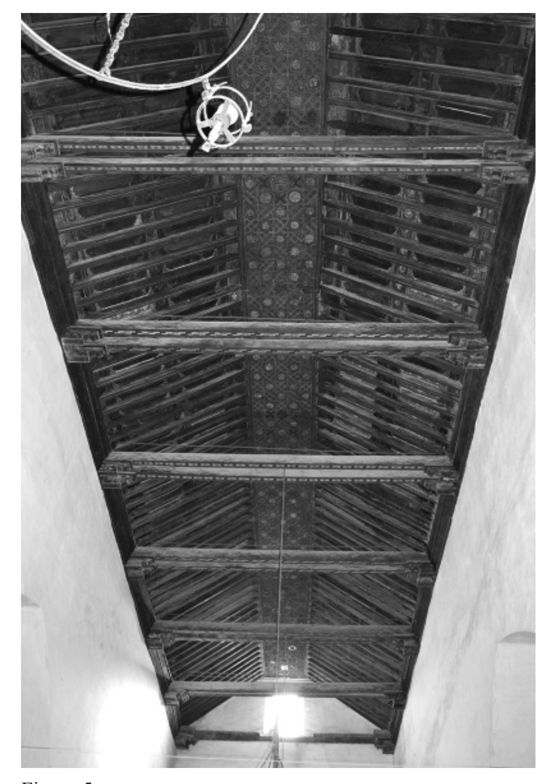


Figura 5
Armadura de par y nudillo que cubre la nave central. Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

La solera delimita el final del trabajo de albañilería y el comienzo de la obra de carpintería. Se afianzan a la coronación de los muros mediante la colocación previamente de nudillos embebidos. Este elemento sirve de transición y reparto de cargas entre la cubierta y la fábrica. Aparece moldurada en su cara exterior.

Sobre la solera se asientan *los canes*, ménsulas de perfil ondulado cuya misión es la de preservar al tirante del contacto con las fábricas para mejor conservación.

Los *tirantes* se apoyan sobre los canes, distribuidos en 11 pares, suele ser lo habitual en las armaduras de cierto valor.

El *estribo* corre a lo largo de todo el muro y se monta en cajas talladas en los extremos de los tirantes.

Sobre el estribo se colocan *los pares* o alfardas unidos por parejas a través del *nudillo*. La cabeza de los pares se clava a la *hilera*. La calle o separación entre pares es el doble de la cuerda o ancho del par.

El *arrocabe* está formado por un conjunto de tablas que oculta la obra de infraestructura del asiento de la armadura, a modo de friso recorre los muros. Los *aliceres* son tablas de madera que se colocan entre can y can, encajadas en ranuras practicadas en las caras de los canes. También entre los tirantes se colocan aliceres. Sobre los canes y aliceres, una pequeña moldura continua recibe el nombre de *tocadura*. La pieza de remate del alicer más alto se denomina *cornisa* o argeute, pieza cuyo borde superior coincidirá con el inferior de la cinta del almarbate, o pieza horizontal más baja de los faldones. También forman parte del arrocabe las soleras.

Nos queda describir cómo resolvemos el remate de los faldones. El trasdós de los pares se forra con tablas, cerrando el espacio entre ellos. Se utiliza la solución de cinta y saetino, muy frecuente en nuestra carpintería histórica, sistema conocido como labor de menado. Las cintas, con bordes achaflanados, se colocan en dirección perpendicular a los pares, aparecen recortadas y por simetría obtienen diferentes figuras formando hexágonos alargados (alfardones) y octógonos. El hueco que queda entre las tablas y los pares se cierra con tablillas, los *saetinos*, también achaflanados. Sobre estas tablas se clavan otras superpuestas para cerrar el conjunto. Se colocan listones *tapajuntas* en la unión entre cintas, en su parte vista. Las *tabicas* son las tablas pequeñas que cierran el espacio entre los pares, las cintas y el arrocabe.

El almizate o harneruelo es el paño horizontal plano formado por la unión de los nudillos, está decorado con labor de lacería, de la que hablaremos más adelante (figura 6).

En algunos ejemplos, sobre la armadura valiosa, se colocaba una sobrecubierta, con unos contrapares que apoyaban en los pares y en la cornisa, a la parte exterior del edificio. Sobre estos contrapares iba la tablazón o cañizo y las tejas. Según testimonios de vecinos, la cubierta fue restaurada en la década de

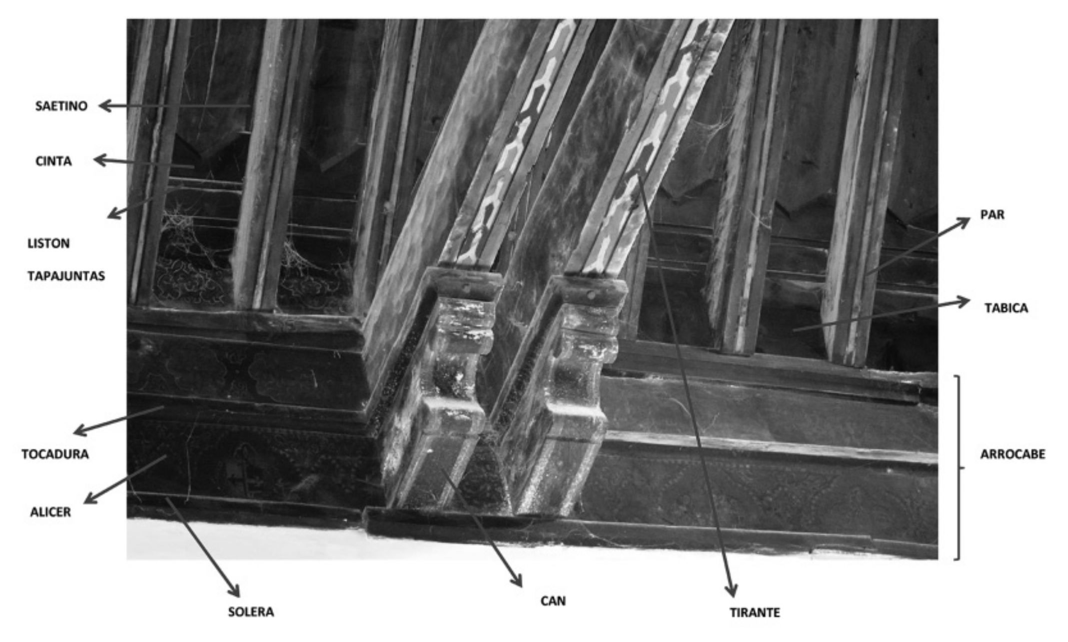


Figura 6
Imagen de parte de la armadura en la que se nombra algunos elementos que quedan vistos. . Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

los 70, colocando una estructura metálica de la se atirantó la armadura de par y nudillo que observamos cenitalmente desde el interior.

No se ha encontrado documentación ni se ha podido visitar el espacio existente sobre la armadura. Quizás lo que se quitó en aquella intervención fuera la estructura de los contrapares, o sobre ella se realizara, más elevada, una nueva de estructura metálica.

Pérez Sánchez, tras la visita al edificio a mitad del siglo XX, manifestaba el mal estado en el que se encontraba: «la techumbre, interesantísima, está hundida en partes… la nave central aún tiene (sobre el coro está hundida) la techumbre primitiva de pares y nudillo con 11 pares de tirantes, ricamente decorada con lazos y mocárabes, y abundantísima pintura…» (Sánchez 1960).

Aparentemente hoy está en buen estado de conservación al realizarse las necesarias labores de mantenimiento para evitar filtraciones de agua de lluvia. No obstante, necesita ser restaurada. Hay zonas en las que se aprecia claramente piezas sustituidas o que han perdido prácticamente la policromía.

Carpintería de lazo

El desarrollo de la lacería en las estructuras de madera es la gran manifestación de la carpintería española, característica que la distingue del resto de carpinterías europeas. Este sistema se utilizó durante varios siglos, coincidiendo en lo temporal desde el gótico hasta el siglo XVIII. En cuanto a su extensión territorial, encontramos ejemplares por casi todo el territorio peninsular y en Sudamérica, especialmente en tierras que fueron dominios de la corona de Castilla.

Se trata de cubiertas con función estructural y decorativa, diseñadas para quedar vistas desde el interior de los espacios que protegen, de tal modo que sus elementos resistentes quedan integrados en una trama geométrica decorativa, más o menos compleja, cuyo motivo principal consiste en figuras estrelladas de diverso número de puntas.

Esta carpintería, basada en la decoración geométrica, se desarrolló en nuestro país gracias a la convivencia hispanomusulmana, que aportó nuevas ideas estéticas y fue posible materializarla por el conocimiento y experiencia de los carpinteros hispanos al dominar la técnica constructiva de las armaduras de madera. Además de los conocimientos de la geometría y del uso de cartabones, se muestra el conocimiento en factores constructivos como son la modulación y dimensiones de los elementos que lo forman, pudiendo reproducir sobre el papel el aspecto que presentaría el trabajo una vez terminado. El resultado son bellas obras de una enorme calidad técnica y complejidad.

Es difícil establecer con precisión en qué momento se incorporan los motivos de lacería en los elementos estructurales de las armaduras de cubierta, es probable que los primeros ejemplares sean del siglo XII y XIII. Alcanza su esplendor en los siglos XIV y XV con los mejores ejemplares que hoy conocemos. Siguieron haciéndose en gran cantidad en los siglos XVI y XVII, y menos en el XVIII. En Sudamérica se realizaron desde los primeros tiempos de su conquista.

La labor de lazo consiste en un entrelazado geométrico realizado mediante cintas o lazos que van pasando alternativamente unas encima de otras, formando determinados trazados (Nuere y otros 1992, 14). En un primer momento la estrella de ocho será la más empleada. La introducción del lazo en las armaduras puede realizarse mediante dos técnicas distintas: el apeinazado y el ataujerado. El diseño y la geometría del conjunto es la misma en ambas.

En los trabajos apeinazados, la armadura de par y nudillo se combina con la labor de lacería. El ancho del lazo es igual que el ancho de la viguería estructural que queda vista (pares y nudillos). El lazo emplea en su desarrollo una proporción llamada a calle y cuerda, siendo la cuerda el lazo, y la calle la separación entre lazos (generalmente el doble del lazo), y los pares-nudillos además de formar parte de la lacería en su diseño ornamental (separados a una distancia a calle y cuerda), no pierden su función estructural. Los peinazos refuerzan la estructura y son visibles, finalmente con la ayuda de los taujeles se completa el dibujo.

En los trabajos ataujerados, la cubierta y el lazo se construyen independientes. El lazo se ejecuta sobre una tablazón que posteriormente se clava a la propia estructura. La lacería se basa en el taujel, un listón de madera del que se compone el lazo. El lazo no tiene porqué coincidir con el ancho del par, puede estar formado por minúsculas piezas que son puramente decorativas (sus piezas, los taujeles, que están ensambladas a medias maderas).

La labor de lacería en el tipo apeinazado podrá manifestarse en parte o la totalidad del almizate, o

extenderse para cubrir parte o la totalidad de los faldones. En el sistema ataujerado lo más común, por las obras que conocemos, es que la lacería cubra todo el sistema estructural, quedando éste oculto.

Los trazados de lacería ya se habían realizado anteriormente en otros materiales. Es posible que la técnica del lazo ataujerado tenga su origen en el reino nazarí, cuyo tema principal lo constituían las ruedas de lazo. Los carpinteros castellanos transformaron esta decoración para adaptarla a sus estructuras de cubierta, dando lugar a la técnica del lazo apeinazado, y más tarde o coincidiendo en el tiempo surge la técnica de las armaduras ataujeradas (Nuere 2008, 220). Los carpinteros castellanos no tenían problemas para realizar en sus armaduras simples estrellas de ocho puntas, que podrían haberlas realizado antes de entrar en contacto con la geometría islámica, ya que las primeras armaduras castellanas que aún permanecen en pie son contemporáneas a las nazaríes (Nuere 2015).

La armadura del Convento de Santo Domingo mantiene a la vista y decorada parte de la estructura, con los pares policromados con el trazado del lazo. El almizate utiliza la técnica de lacería ataujerada, diseñada de tal forma que parece querer imitar tantos ejemplos que conocemos con lacería apeinazada en el almizate, solo que en este caso, el lazo en los pares no sigue el ritmo de la traza de lacería del almizate, porque es un tablero independiente.

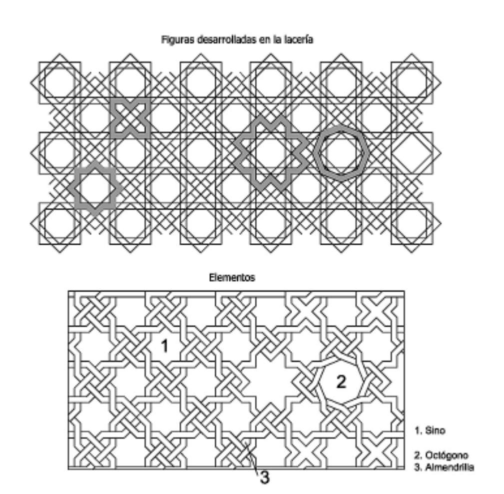


Figura 7
Desarrollo de diferentes figuras a partir del cuadrado y de la estrella de ocho puntas. Autoría: D. Cebrián Davia.

Lacería del almizate del Convento

La trama geométrica del almizate desarrolla diferentes figuras a base de estrellas de ocho puntas como sino o elemento central, unidas por nudos cuadrados, alternándose con cruces y estrellas octogonales prolongadas. Las estrellas llevan inscritas rosetas de ocho pétalos o flechas, o espirales. Las almendrillas son elementos que rematan la composición. Tres racimos de mocárabes se distribuyen en el almizate, centrados en los ejes de la trama, quedan insertados en la figura de lazo de un octógono (figura 7).

Todo el almizate aparece remarcado con una moldura perimetral que separa la decoración geométrica con respecto a la del resto de la armadura (figura 8).

Encontramos estrellas y cruces alternadas en el almizate del Palacio de Pinohermoso en Játiva (Valencia), fechado a finales del XII o primera mitad del XIII, con técnica apeinazada.



Figura 8
Tramo del almizate de la cubierta del Convento. Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

La armadura de la Iglesia de Santiago El Mayor, en Toledo, es de 3 paños del siglo XIII (fechado en 1287), con almizate de tableros recortados y clavados, técnica ataujerada a base de estrellas de ocho puntas y cruces. Estas podrían ser las primeras armaduras con lacería. La traza geométrica del almizate de nuestra armadura es muy parecida a la de la Sinagoga del Tránsito en Toledo, del siglo XIV, solo que ésta es con lazo apeinazado. En ésta también encontramos racimos de mocárabes.

Decoración. Policromía

La decoración en la arquitectura mudéjar se mostrará en los revestimientos de los paramentos tanto en interiores como exteriores, con yeserías, cerámica y pinturas, bien sobre revestimientos de morteros o enlucidos o sobre las superficies de la madera de forjados y cubiertas.

Las superficies de los elementos de madera de las cubiertas servirán de soporte para propuestas pictóricas que se adaptan a las dimensiones de las piezas utilizadas. Generalmente domina la gama brillante en los techos de los siglos XIII y XIV y se apaga algo en los del XV.

En su temática tiene gran peso la decoración islámica, pero sus temas se enriquecen respecto a la hispanomusulmana con motivos incorporados del arte gótico y posteriormente renacentista.

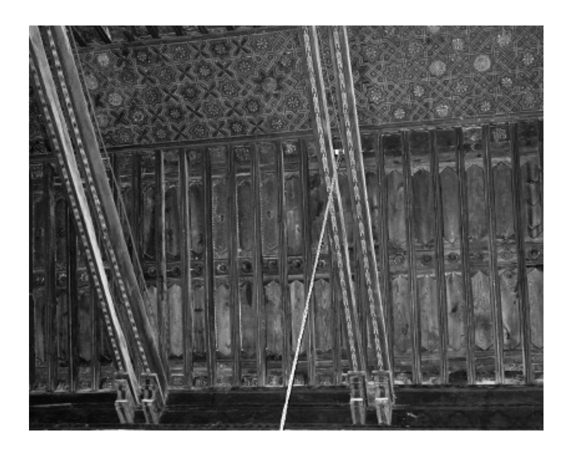
Los principales motivos ornamentales sacados del arte islámico serán la lacería, el ataurique (motivos vegetales estilizados), la epigrafía y los mocárabes. Se combinan con los elementos de raigambre gótica como las cardinas, la heráldica y dibujos geométricos lineales. En la decoración mudéjar la temática podrá ser también de flora naturalista.

Los patrones decorativos se obtienen repitiendo elementos simples superpuestos o entrelazados. Estos patrones sometidos al orden de la geometría y simetría provocan un efecto dinámico y armonioso.

La propia armadura, con los numerosos elementos que la componen y el desarrollo geométrico de la lacería del almizate, ya genera una llamativa y elaborada decoración. A esto se suma la rica y variada policromía que presentan todos los componentes de la armadura. Se conservan zonas en buen estado, con la aparente ausencia casi total en otras, bien por deterioro o porque los elementos han sido sustituidos. Quizás algunas zonas, puedan contener todavía la policromía oculta, que solo se comprobará tras una restauración.

Además de la policromía que resalta la trama geométrica de la lacería y figuras del almizate, la decoración pictórica en el resto es de tipo geométrico, y con motivos vegetales, florales, epigráficos, religiosos y heráldicos (con escudos reales y de la orden dominica) (figuras 9 y 10).

La decoración en el papo de los pares, además del agramilado, consiste en la policromía con colores planos de los diferentes filetes, imitando la labor de lazo, siendo el filete cada una de las partes separadas por las canaladuras realizadas por el gramil. Los gramiles son unas hendiduras longitudinales que recorren el papo, en este caso, dos lineal longitudinales paralelas. Estas canaladuras van policromadas en co-





Figuras 9 y 10
Vistas generales de la armadura. Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

lor oscuro, para enfatizar la sensación de profundidad, contrastando el blanco y negro, siendo el blanco el color del filete central.

Los canes, de perfil moldurado, en color negro, rojo y delgadas líneas doradas.

Los tirantes también presentan el papo agramilado con dos líneas longitudinales, que delimitan una franja central pintada formando dibujos geométricos a tres bandas en colores blanco, negro y rojo, con tres diseños diferentes. Similares a estos dibujos encontramos en techumbres de madera del gótico levantino como la Iglesia de La Sangre en Lliria, del siglo XIV-XV y en Castilla, en el alfarje del claustro del Monasterio de Santo Domingo de Silos.

El mismo dibujo que aparece en uno de los diseños de tirantes, lo encontramos en tablas en el perímetro del almizate, y en los saetinos de los octógonos que forman las cintas.

En los aliceres del arrocabe, aunque está muy oscurecido y apenas se intuye el dibujo, se observan arcos mixtilíneos contorneados por cintas con puntos negros que enmarcan escudos con armas reales y la cruz albinegra flordelisada del emblema dominico, además de motivos vegetales y florales. El emblema albinegro significa pureza y penitencia.

En las molduras de la solera, la tocadura y en la cornisa encontramos dibujos en espiga a dos bandas en blanco y negro.

En las cintas y tablas, dibujos de tipo vegetal con vástagos y adornos vegetales, y en el centro de alfardones el escudo con la Cruz de la Orden de Predicadores.

En un tramo del faldón, las tablas aparecen decoradas con motivos de cuerda entrelazada y motivos vegetales (figura 11), muy diferentes a los descritos en el párrafo anterior, posiblemente de época posterior. Similares encontramos en el alfarje de la Sacristía del Convento de Santa Úrsula en Toledo (s. XV-XVI).

Los saetinos con dibujo en diente de sierra y almenado, formado por triángulos sucesivos en blanco y negro.

En cuanto a la decoración epigráfica nos encontramos dos monogramas IHS y XPS en tabicas, las abreviaturas griegas de Jesús y Cristo, respectivamente. Los monogramas se alternan en las tabicas con motivos florales.

En el almizate, el lazo ataujerado y policromado es el motivo ornamental principal. El colorido es muy básico, y se alternan principalmente el rojo, azul, dorado, blanco y negro. El filete central del lazo en color negro, y las estrellas en rojo y azul, como las almendrillas. Los puntos blancos o perlas sobre fondo oscuro contornean las estrellas de ocho puntas. En el centro de cada estrella, las rosetas y espirales en color dorado. Los racimos de mocárabes suelen pintarse en dorado, como en este caso.



Figura 11
Motivos de cuerda entrelazada y motivos vegetales. Fotografía del autor F. M. Cantos Cebrián.

Conclusiones

Hay que resaltar el valor arquitectónico que posee una armadura de par y nudillo con lacería, con una técnica constructiva en la que se manifiesta los conocimientos técnicos (dibujo, geometría, construcción y materiales) y artísticos que se pueden desarrollar en la carpintería de armar. Esta armadura contiene todo un repertorio completo y variado de temática pictórica, con motivos geométricos, vegetales, florales, heráldicos y religiosos, lo que le da un gran valor artístico e histórico. Quizás sea la armadura con lacería de mayor riqueza y antigüedad de la comarca.

Diferentes historiadores sitúan la fundación del convento en el siglo XIV, alguno en el XIII. Pérez Sánchez afirma que «casi todo lo conservado con interés artístico parece corresponder al último tercio del siglo XIV y primeros años del XV» (Pérez Sánchez 1960). Amador de los Ríos expone que en la Iglesia «que aparece dolorosamente reformada, pero que es espaciosa, se conserva el artesonado cuyos tirantes presentan bella labor de tracería mudéjar, labrada ya en el siglo XV, ejemplar digno de estima

en la comarca, donde han desaparecido otros muchos, reemplazados por las bóvedas que hoy sustentan» (Amador de los Ríos 1911)[4].

Se encuentra mucha similitud con elementos o motivos pictóricos de ejemplares de armaduras de cubierta y forjados de la ciudad de Toledo de los siglos XIII a XV, pero también con otros del resto de lo que fue Castilla, Aragón y la Granada nazarí.

Teniendo en cuenta el análisis comparativo y las fuentes documentales, podríamos establecer una fecha de cronología en torno a finales del siglo XIV o principios del XV. Posiblemente, la armadura original cubriera el trasdós de los nudillos del mismo modo que en los faldones (como en la del Convento de Santa Clara de Salamanca, o Iglesia de San Andrés en Aguilar de Campos, Valladolid), y posteriormente se incorporara la lacería del almizate. Esta hipótesis justificaría el raro encuentro entre el remate del almizate con uno de los testeros. También los diferentes dibujos de las tablas de los faldones parecen indicar estar pintados en épocas diferentes, así como la policromía del papo de los tirantes, muy limpia y perfecta, que podría ser algo posterior.

Se manifiesta en esta cubierta un interesante y bello ejemplo de carpintería de lo blanco, con la singularidad del uso de técnica ataujerada en el almizate combinado con parte de la armadura de par y nudillo. En otros ejemplos estudiados la lacería ataujerada cubre todo el sistema estructural y desarrolla estrellas de un número mayor de puntas o trazados más complejos, salvo el caso de la Iglesia de Santiago El Mayor en Toledo.

En la provincia de Albacete solo se conserva otra armadura de par y nudillo, de lazo apeinazado, en el santuario de la Encarnación de Tobarra. Existen algunos ejemplares de par y nudillo con lacería apeinazada en la provincia de Murcia, fechados algo posterior, y la Iglesia de Santiago en el municipio de Ciudad Real.

Y por último, resaltar el valor de unicidad del edificio, por ser de los pocos de origen conventual y de arquitectura mudéjar que todavía pervive en la provincia, siendo el de mayor antigüedad.

Notas

1. Monumento histórico-artístico, de carácter nacional por Real Decreto 3168/1983, de 19 de octubre, publicado en el BOE de 27 de Diciembre de 1983.
2. Antonio Passaporte. Archivo Loty, IPCE, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Fecha de la toma 1927–1936.
3. Basado en la descripción de Enrique Nuere (Nuere 2008, 114–132).
4. El Real Decreto de 1 de junio de 1900, que ordenó la catalogación completa y ordenada de las riquezas históricas o artísticas de la nación, establecía que se realizara por provincias. El autor del Catálogo de la provincia de Albacete fue Rodrigo Amador de los Ríos, denominado «Catálogo de los Monumentos históricos y artísticos de la provincia de Albacete». Se inicia en 1911 acabándose en 1912. Consta de 4 volúmenes, dos de texto y dos de ilustraciones. En él se incluye el Antiguo convento de Santo Domingo de Chinchilla, con texto y una imagen de la armadura.

Lista de referencias

Albandea Ruz, Esther. 2011. «La carpintería de lo blanco de la casa de Pilatos en Sevilla». Tesis doctoral. Departamento de Escultura e Historia de las Artes Plásticas. Universidad de Sevilla.

Amador de los Ríos, Rodrigo. 1911. *Catálogo de los Monumentos históricos y artísticos de la provincia de Albacete.*

Ayllón Gutiérrez, Carlos. 2002. *La orden de predicadores en el sureste de Castilla.* Albacete: Instituto de estudios albacetenses. Diputación de Albacete.

Borrás Gualis, Gonzalo. 2010. *El Islam. De Córdoba al mudéjar.* Madrid: Editorial Sílex.

Cantos Cebrián, Flora María. 2016. *Convento de Santo Domingo. Estudio arquitectónico del monumento.* Trabajo realizado con ayuda a la investigación del Instituto de estudios albacetenses Don Juan Manuel. Diputación de Albacete.

Cuadrado, Marta. 1993. «Arquitectura de las órdenes mendicantes». *Colección Cuadernos de Arte Español*, Nº 86, Madrid: Información e Historia S.L.

García-Saúco, Luis Guillermo; Sánchez Ferrer, José, y Alfonso Santamaría Conde. 1999. *Arquitectura de la provincia de Albacete.* Toledo: Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.

Gutiérrez Arias, José María. 2000. «Inventario. Armaduras de madera de la Ciudad de Toledo. Siglo XII- Siglo XVII». Toledo: Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.

Kruger, Cristina. 2008. Órdenes religiosas y monasterios. Madrid: Editorial Ullmann.

López Guzmán, Rafael. 2016. *Arquitectura mudéjar*. 3ª ed. Madrid: Ediciones Cátedra.

Nuere Matauco, Enrique. 2008. *La carpintería de armar española*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.

Nuere Matauco, E.; López Rodríguez, F.; Ubeda de Mingo, P.; Rodríguez Rodríguez, V. e I. Torreño Gómez. 1992. *Artesonados de Toledo*. Toledo: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Toledo.

Pavón Maldonado, Basilio. 2009. *Tratado de arquitectura hispano-musulmana. Volumen 4*. Madrid: CSIC. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Pérez Sánchez, Alfonso E. 1960. «Iglesias mudéjares del Reino de Murcia». *ARTE ESPAÑOL*, Madrid.

Pretel Marín, Aurelio. 1992. *Chinchilla medieval.* Albacete: Instituto de estudios albacetenses.

Rafols, J. F.1926. *Techumbres y artesonados españoles*. Valladolid: Ed. Maxtor (Edición Facsímil de 1926. Barcelona: Ediciones Labor, S.A.).

Torres Balbás, Leopoldo. 1949. «Arte almohade, arte nazarí, arte mudéjar». *Ars Hispaniae*, Vol. 4. Madrid: Editorial Plus Ultra.

Los puentes españoles de palizadas metálicas sobre pilotes de rosca. El superviviente oculto de Zumaia / Zumaya (Gipuzkoa)

Joaquín Cárcamo Martínez

La cimentación mediante pilotes de rosca, técnica desarrollada por Mitchell en Reino Unido a partir de 1840 posibilitó la realización económica de boyas, faros, muelles o puentes, técnica que se trasladó pronto al continente y que en España tuvo numerosas aplicaciones.

En el último tercio del siglo XIX se construyeron en España algunos puentes sobre pilotes de rosca, que han sido menos estudiados que los muelles y faros. Entre otros, se construyeron dos puentes en Zumaia / Zumaya sobre los ríos Narrondo y Urola. Este último, que oculto tras un disfraz de hormigón y olvidado permanece hoy en pié, es el último superviviente de este tipo estructural en el Estado.

La presente comunicación trata de acercarse al histórico puente de carretera sobre el Urola (figura 1) mediante la consulta de las fuentes primarias o publicadas y el acercamiento a las figuras de su proyectista y constructor. También trata de situar el puente en relación con el resto de los construidos en España con palizadas y pilotes de rosca, así como con los estudios realizados sobre los faros y muelles.

Mitchell y los pilotes de rosca

Alexander Mitchell, octavo hijo de William Mitchell y Jane Ferguson, nació en Dublín, el 13 de abril de 1780 (Bigger 1907). Alrededor de 1787 la familia se trasladó cerca de Belfast y en 1790 su padre murió y la familia se dispersó. Su madre, los tres hijos más pequeños y la hija restante, alquilaron una cabaña a una milla de Belfast en cuya academia cursó estudios durante cuatro años, pero su vista, que siempre había sido débil, se deterioró rápidamente, de modo que a los dieciséis años ya no podía leer, y a los veintidós años era ciego. En 1801, Alexander se casó con Mary Banks, la hija de un vecino, y fue a vivir a Ballymacarrett, iniciando con veintitrés años un negocio de fabricación de ladrillos que mantuvo durante 30 años y le proporcionó el dinero y tiempo necesarios para dedicarse a la investigación y la ingeniería. Sin embargo fue la invención de los pilotes de rosca lo que le llevó a la posteridad.

Junto con su hijo Juan inició experimentos en Belfast para hincar sus primeros prototipos de pilotes y tras el éxito de las pruebas realizadas en 1833, registró en Reino Unido la patente de las roscas helicoidales –en esencia un disco helicoidal de fundición o hierro forjado– para acoplarlas a pilotes de madera, y posteriormente a pilotes de hierro, que por giro podían ser fácilmente introducidos en terrenos poco compactos ofreciendo suficiente resistencia a esfuerzos de compresión. En 1838, por su amistad con James Walker, un ingeniero civil dedicado al desarrollo del puerto de Belfast, fue invitado por la Corporación en Trinity House, Londres, a trabajar en la cimentación del faro de Maplin Sands en el estuario del Támesis usando el sistema de pilotes de rosca. Ambos realizaron sondeos y análisis previos del terreno e hincaron los pilotes con éxito, por medio de una plataforma y un cabrestante. El faro se iluminó por vez



Figura 1
El puente sobre el río Urola en la actualidad (Fotografía del autor)

primera en febrero de 1841. En 1845 registró su patente en EE. UU. (Lutenegger 2011).

Tras construir algunos otros faros, con éxitos y fracasos, se solicitaron los servicios de Mitchell y su hijo en una nueva experiencia. En el verano de 1847 construyeron un muelle sobre tornillos de rosca en el puerto de Courtown, Wexford. De aparente fragilidad, sin embargo la ligereza y esbeltez de sus pilas ofrecían escasa resistencia al mar y se mantuvo en activo con éxito hasta que una tormenta lo derribó en 1869.

En 1848 Alexander Mitchell fue elegido miembro de la *Institution of Civil Engineers* y recibió la medalla de plata de Telford por su trabajo titulado «On submarine foundations; particularly the screw pile and moorings». Su patente se utilizó también para la fijación de balizas y boyas de amarre, y para erigir puentes, además de faros y muelles, sobre todo en los territorios británicos de ultramar, como en la India.

En agosto de 1853 utilizó su tiempo libre para perfeccionar la hélice del tornillo, que patentó a principios de 1854 para su aplicación a los buques de vapor. En la exposición universal de París de 1855, obtuvo la medalla de plata por su invención del tornillo de rosca. En mayo de 1868 falleció Alexander Mitchell en Glendivis el 25 de junio.

Los pilotes de rosca en España

El ingeniero Lucio del Valle fue comisionado a Inglaterra para estudiar el invento de Mitchell y promovió su empleo en los puertos de Santander, Cádiz y Valencia. Evaristo de Churruca lo empleó para amarrar 50 boyas en el puerto de Bilbao. En nuestro país se construyeron numerosos embarcaderos y faros, así como puentes proyectados con estructuras metálicas ligeras, inspirados en los modelos diseñados por Mitchell.

Tanto sobre los faros como sobre los muelles construidos en España se han realizado estudios y publicaciones en los últimos años y sobre ello no nos detendremos. Pueden ser consultados, entre otros, los trabajos de Andivia-Marchante, Barba, Bernal, González García de Velasco y González Vilchez, Iglesias y Acinas, Luján, Mojarro y del profesor Navascués, muchos de los cuales aparecen citados en la bibliografía.

Los puentes con cimentación por pilotes o tubos de rosca

Así como a los faros o los muelles construidos sobre pilotes de rosca se les ha prestado una mayor atención por parte de los historiadores de la técnica, los puentes han quedado en un segundo término. Alan J. Luteneger citando palabras de Mitchell, cita como probable que el primer puente sobre pilotes cilíndricos de rosca fuera obra de Isambard K. Brunnel: «Mr Brunel has recently caused a very interesting and conclusive experiment tried, near the proposed site of the bridge for carrying the South Wales railway across the river Wye, at Chepstow.» (Lutenegger 2011). Según este autor, en 1870 ya se habían realizado con éxito bastantes proyectos de puentes cimentados sobre pilotes o cilindros de rosca; los de mayor envergadura ferroviarios construidos en la India, para el ferrocarril Bombay, Barada y Central. Aporta una lista de 13 puentes realizados antes de 1875, en Inglaterra, India, Italia, Brasil, Argentina y Japón, y otra con algunos de los construidos entre 1875 y 1900 con siete puentes en Inglaterra, Gales, Alemania, India, EE.UU. y Australia. Como es lógico, los pilotes o los cilindros eran fabricados en el Reino Unido y transportados por vía marítima a los destinos más lejanos. Los pilotes de rosca continuaron utilizándose en puentes hasta la segunda década del siglo XX y, desde 1875, fueron introduciéndose algunos perfeccionamientos técnicos tanto en la geometría de las hélices como en su número, produciendo tornillos multi-hélice (Lutenegger 1911; Lutenegger y Clemence 2015).

Por su parte, el ingeniero José Eugenio Ribera, en una publicación dedicada específicamente a los puentes a la que haremos referencia con mayor extensión en los siguientes apartados (Ribera 1895), cita y se detiene a exponer los proyectos de algunos puentes europeos que él considera relevantes o a cuyos proyectos ha tenido fácil acceso por haber sido publicados. Diferencia entre puentes de carretera y puentes para ferrocarril. En el primer grupo, analiza los puentes de Saigón en Cochinchina (sic), construido por la casa francesa Schneider & Cie. (Le Creusot) en 1869; en Portugal, el viaducto de Santarem (Le Creusot, 1880) y los puentes sobre el río Marateca y el canal Azambuja (Valentín y Comp.ª, de Villebroek, Bélgica, 1884 y 1891); en Italia, los puentes de Aleardi (1882), y de Garibaldi, sobre el Adige, en Verona, el puente sobre el Adige en Zevio (1880), el de Curtarolo sobre el Brenta, los de Albaredo (1872) y Pescantino (1873), sobre el Adige, el de Tencarola, sobre el Bacchiglione, el de Florencia, sobre el Arno (Sociedad Cotrau, 1890) y el puente Umberto, en Verona, del que Ribera comenta que acababa de ser construido y que había estado presente en los trabajos finales. En Suiza, el ingeniero asegura haber visitado tres puentes sobre el Ródano a su salida del lago Leman. Finalmente, menciona diez grandes puentes construidos por una empresa inglesa en Rumanía sobre pilotes de rosca formados por tubos de fundición.

Respecto a los puentes de ferrocarril, Ribera menciona los viaductos de Kent y Leven en Inglaterra (proyectados por W, Humber en 1853), En India inglesa (sic) el viaducto de Taptee, es puesto como muestra de los proyectados para el ferrocarril de Bombay, Baroda e India central por el teniente coronel I. P. Kennedy en 1860, construidos y premontados en Inglaterra (se llegaron a construir en esta línea 109 puentes con más de 10.000m de longitud total); en el ferrocarril de Prusia occidental el puente de Koenisberg; en Chile, el de Viña del Mar (fabricado por Lloyd, Forster & Co. en Inglaterra, en 1860); en Venezuela el viaducto de La Guaira; en EE.UU., los puentes sobre el río Mobile (1871) y el de Landung-Lewes; en Italia, el puente sobre el río Neto y el Molini sobre el lago de Mantua (1873); en Portugal, el puente para el tranvía de Lezo (Valentín y Comp.ª, de Villebroek, Bélgica); por último, varios puentes para los ferrocarriles franceses construidos entre 1888 y 1991 y otros para los ferrocarriles suizos.

Los puentes españoles con cimentación por pilotes o cilindros de rosca

A la hora de hablar acerca de los puentes construidos en España cimentados con pilotes o cilindros de rosca, no podríamos tener mejor guía que el trabajo ya citado de José Eugenio Ribera recogiendo sus estudios previos a la preparación del proyecto para el puente de Ribadesella (Ribera 1895), aún conociendo que no es exhaustivo.

Ribera analiza cinco puentes de carretera y uno de ferrocarril ya construidos y menciona otros de cuyos proyectos ha tenido conocimiento. También expone su proyecto para el puente de Ribadesella que, sin embargo, incluye en un capítulo aparte dedicado a los «Puentes de sistemas diversos», junto con los sistemas Opperman, Eiffel y otros, con lo que pretende sin duda remarcar la especificidad de su proyecto, unido a lo que denomina «Puente para ferrocarriles económicos sistema Ribera» en el que trata de rentabilizar los puentes de su «Proyecto de tranvía de vapor de Torrelavega a Infiesto y Covadonga». Excluyendo los dos de Zumaia, de los que hablaremos en el apartado siguiente, nos detendremos en los puentes restantes que Ribera cita:

Puente de Porto, sobre el río Eo (Asturias-Galicia).

Se trata realmente de un primer ensayo fallido realizado en 1861 por Salustio G. Regueral, ya que durante las pruebas las palizadas se hundieron más de cinco metros, lo que obligó a modificar el sistema de cimentación. El puente, de 90m de longitud se había dividido en dos tramos de 38m apoyados sobre un castillete central fundado sobre 11 pilotes de hierro dulce con roscas de fundición. Ribera considera de interés el análisis del puente pese a no haberse construido y justifica el accidente en la temprana fecha del proyecto, 1859, la luz de los tramos y el peso excesivo de las vigas de alma llena. El proyecto del puente, que se inauguró en 1863, fue publicado (González 1861).

Puente sobre el río de las Piedras (Huelva) (figura 2) y otros puentes de Zafra

El ingeniero Rafael de Zafra (1839–1870) proyectó en 1869 para la carretera de Gibraleón a Ayamonte

un puente sobre el río Piedras cuya construcción finalizó en 1883. Su longitud total de 146m, está dividida en siete tramos, dos extremos de 17,55m y cinco intermedios de 21,60m. Las vigas continuas de celosía de llanta, se apoyan sobre dos tubos de fundición de 0,25m de diámetro rematados por capiteles y rodillos de fundición para permitir el libre desplazamiento. Los estribos también están constituidos por pilotes. Cada palizada se forma con cuatro cilindros de fundición de 0,25m de fundición, con roscas de 1,20m de diámetro.

Rafael de Zafra, que falleció sin cumplir los 31 años, fue el padre de otro insigne ingeniero, Juan Manuel de Zafra. Dirigió también la ejecución del puente sobre el arroyo Candón, proyectó el puente sobre el río Tinto entre Moguer y San Juan del Puerto (cuyos tubos sobre rosca aún son visibles desde el nuevo puente de Carlos Fernández Casado. Precisamente, en el ferrocarril de las minas de Rio Tinto a Huelva, según informaciones proporcionadas por A. L. Andivia-Marchante, se proyectaron también algunos puentes sobre pilotes de rosca.

Puente sobre la ría del Burgo (A Coruña)

Este puente, conocido como del Pasaje, en la carretera a Sada, fue proyectado por el ingeniero Juan Manuel Fernández Yánez poco antes de 1905. Sus 207m de longitud total se dividen en 14 tramos de 12m de luz apoyados sobre 13 palizadas dobles de 3m de ancho. Los pilotes son de hierro dulce de 0,14m de diámetro, con roscas y capiteles de fundición (figura 3).



Figura 2
Puente sobre río Tinto, años 60. (Archivo Carlos Fernández Casado. CEHOPU)

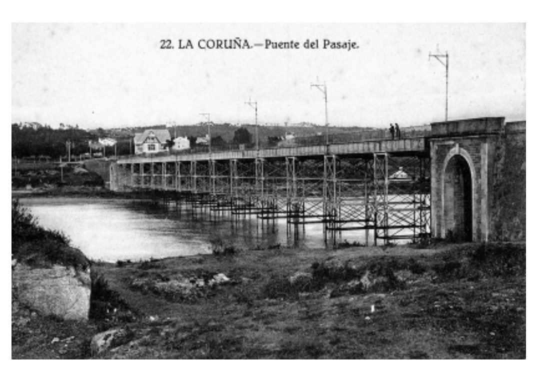


Figura 3
Puente del Pasaje. Postal. (Colección del autor)

Puente de Ribadesella (Asturias)

El encargo del proyecto del puente de Ribadesella fue el motivo que indujo a Ribera a estudiar el problema de las cimentaciones económicas y, por tanto, el origen de su publicación. Proyectado en 1888, se trata de un puente sobre palizadas cimentado sobre tubos cilíndricos de fundición de 0,25m de diámetro con hélices proyectadas de fundición pero impuestas de acero fundido, de 0,8m de diámetro (figura 4).

Puente de ferrocarril sobre el río Muga (Gerona)

Situado en la línea de Tarragona Francia, a cuatro km de la estación de Figueras, no se trata realmente del



Figura 4
Puente de Ribadesella. Postal. (Colección del autor)

puente sobre el río, sino de un puente sobre la zona inundable inmediata, proyectado por el ingeniero jefe, Manuel de Aramburu, de 100m de longitud total dividido en tramos de 10m. Cada palizada se apoya sobre dos pilotes de rosca de hierro dulce de 0,125m de diámetro con roscas de fundición. Fue rematado con defensas de hormigón en 1878 (figura 5).

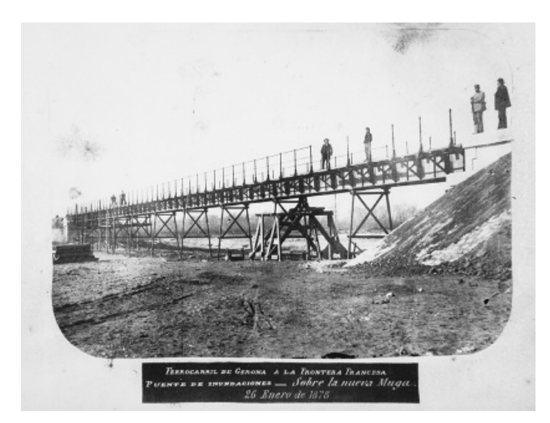


Figura 5
Puente de Inundaciones - Sobre la nueva Muga. (Ajuntament de Girona. CRDI - Autor desconocido)

Ribera cita además (Ribera, 1895: 88–89) otros puentes como los del ferrocarril de Gerona a San Feliú de Guixols para vía estrecha, o los proyectados por Peyronceli (puente de Cieza) y Canalejas.

Los puentes de Zumaia / Zumaya

La carretera entre Guetaria y Zumaya fue construida en dos fases. En la primera se construyó el tramo entre el portal de Guetaria y la regata de Santiago terminado en 1882. La segunda fase, un tramo corto de 789m se dividió en tres trozos, finalizados el 10 de febrero de 1884. Este segundo tramo incluía, además, la construcción de dos puentes de hierro sobre el rio Urola (figura 6) y la regata de Irubide / Larrondo (figura 7). La recepción definitiva de ambas fases data del 25 de septiembre de 1885 y del 16 de agosto de 1886, respectivamente, y del 5 de mayo de 1887 la del puente sobre el río Urola. (Rodríguez 2003, 129–130).

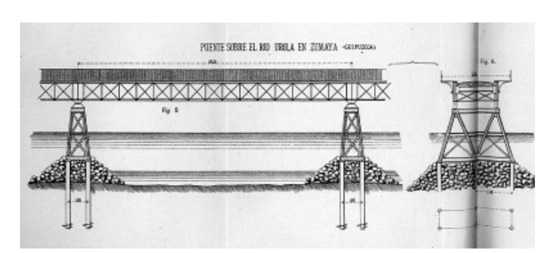


Figura 6
El puente sobre el río Urola. Plano de alzado y sección. (Ribera 1895, lam. III. Colección del autor)

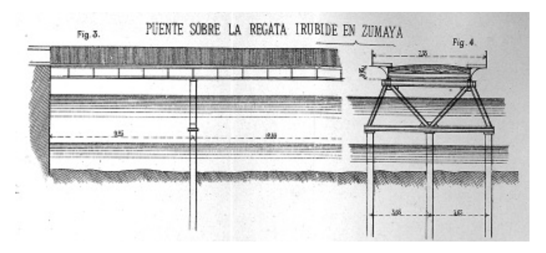


Figura 7
El puente sobre la regata Irubide. Plano de alzado y sección. (Ribera 1895, lam. III. Colección del autor)

Los puentes de Zumaia (Ribera 1895) se construyeron entre 1883 y 1885; uno sobre la regata Irubide o arroyo Larrondo y otro sobre el río Urola. El primero de 32m dividido en tres tramos y el segundo de 121m y cinco tramos. Fueron proyectados y dirigidos por el ingeniero José de Echeverría. Su ancho entre barandillas es de 7,35m, con un paso central de 4,70m y dos andenes en voladizo de 1,32m. En los dos casos los tramos se dispusieron como vigas continuas, la primera de alma llena y 1 metro de canto, con tablero inferior y la segunda de celosía y 2m de canto, con tablero intermedio. En el puente sobre el Irubide, el tramo central es de 12,80m y las palizadas son sencillas, apoyándose sobre tres pilotes. En el puente del Urola, el tramo central tiene 26,60m, por lo que las palizadas son dobles y apoyadas sobre 6 pilotes. Los montantes de las palizadas son oblicuos formando vigas armadas triangulares. La altura de las palizadas, de 4,50m en el puente del Urola, obligó a dividirlas en dos pisos, arriostrándolas con tirantes y cruces de San Andrés en la parte inferior (figura 8).

Los pilotes de rosca, son tubos de hierro fundido de 5,55m de longitud. Los tubos se empalman con bridas de hierro dulce angulares, roblonadas a los ex-

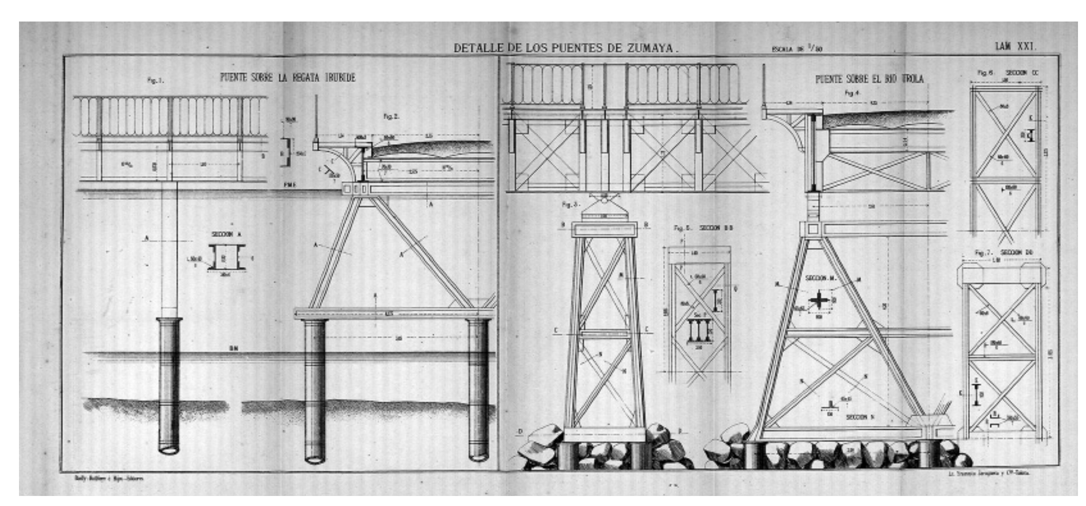


Figura 8
Puentes sobre la regata Irubide y río Urola. Plano de detalles. (Ribera 1895, lam XXII. Colección del autor)

tremos; las hélices de los pilotes de Zumaia son de 0,92m de diámetro y se enchufan sobre los pilotes de 0.30m de diámetro y 10mm de espesor reforzados con cuatro nervios verticales. Estos nervios, en el tubo inferior, «encajan en unas ranuras abiertas en el tubo de la rosca y se completa la unión con pernos» (Ribera 1895, 157, 183 y lámina XVII).

Los pilotes solo alcanzan la cota del terreno, arrancando de ahí la estructura de la palizada de perfiles laminados. La hinca se hizo por medio de un cabrestante de hierro provisto de palancas de 7m de diámetro total. El peso total de los puentes fue de 277t el del Urola y de 55t el del Irubide. Ribera consideraba estos dos puentes perfectos y dignos de ser imitados (Ribera 1895, 58–59).

El Archivo General de Gipuzkoa (Tolosa) no conserva la documentación ya que todo el expediente relacionado con los puentes desapareció en el incendio de la noche del 25 de diciembre de 1885. Sin embargo, una disensión en cuanto a la recepción definitiva de las obras, posterior al incendio y motivada por el estado de la pintura, permite reconstruir algunos hechos (AGG-GAO JDIT1801/6196). La construcción del puente se adjudicó al constructor belga Auguste Lecoq de Hal / Halle y el contrato se firmó el 23 mayo de 1884 entre José de Echeverria y Lecoq. Los puentes se finalizaron en marzo de 1885 pero no así la carretera. El 23 de mayo de 1886, con motivo del fallecimiento de José de Echeverría, autor y director de las obras de los puentes, la Diputación designa al director de obras provinciales Manuel Echave para el reconocimiento de los mismos. El 23 de septiembre de 1886 firma un informe de inspección extraoficial el ingeniero jefe de la provincia Ricardo Sáenz de Santa María. En mayo de 1887, finalmente, se realiza la recepción definitiva y se reconoce la deuda con el constructor, procediéndose a repintar el puente.

En abril de 1924, el director de caminos provinciales, Ramón Pagola, ante el estado de deterioro de las pilas del puente, propone intervenir en ellas, aunque «siendo su estructura metálica de un aspecto que le da carácter típico al puente» propone conservar su entramado envolviéndolo con «cemento fundido inalterable al agua de mar». La propuesta es aprobada, se solicitan presupuestos a José Eugenio Ribera (que entonces construía los puentes del ferrocarril del Urola) y de la S.A. Luis Olasagasti, que resulta adjudicataria por un importe de 3.182 pesetas por pila. Las obras finalizan en septiembre del mismo año (AGG-GAO JDIT1801/6257). Es decir, las pilas estuvieron descubiertas 38 años y llevan recubiertas otros 93, por lo que la imagen actual del puente es la que ha permanecido en la memoria haciendo pensar que eran de hormigón armado (figura 9).

El 21 de septiembre de 1936 las tropas franquistas entraban en Zumaia. Como otros muchos puentes de Bizkaia y Gipuzkoa, el puente sobre la regata Irubide fue dinamitado para proteger la retirada (figura 10).

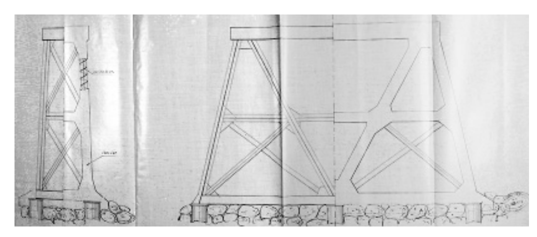


Figura 9
Puente sobre el río Urola. Proyecto de consolidación de las pilas metálicas presentado por la S. A. Luis Anasagasti. (Archivo General de Gipuzkoa, AGG-GAO)



Figura 10
Puente sobre la regata Irubide. Fotografía tomada el 7 de mayo de 1937. (Colección del autor)

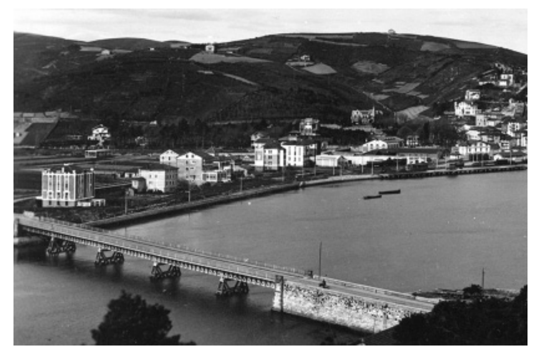


Figura 11
Puente sobre el río Urola. Postal segunda mitad del siglo XX. (Colección del autor)

El ingeniero y el constructor de los puentes

El ingeniero José de Echeverría Elguera (1823-1886) terminó sus estudios de ingeniería en 1846. Pilar Biel, nos dice que estuvo destinado en Oviedo, Teruel y Zaragoza antes de partir, probablemente en 1859, a París «como representante de los Ministerios de Fomento y de Ultramar, destino del que ya no volvió…. Su misión, a lo largo de estos años consistió en compras de material de obras públicas sobre todo para puentes, faros y caminos de hierro». Fue coautor del proyecto del ferrocarril de Zaragoza a Alsasua, diseñó y convino la construcción del puente de Calahorra sobre el río Cidacos entre 1861–1863, y del de El Grado en Huesca, en 1863. Participó en nombre del Gobierno en la Exposición Universal de París de 1867 y perteneció al consejo de redacción de la Revista de Obras Públicas (Biel 2010) (figura 11).

Echeverría proyectó y coordinó en 1879 la contratación del puente de Fuentidueña en Madrid y en 1881–1882 el puente de Orio en Gipuzkoa, que tenía un tramo móvil, construido por la firma belga Eugene Rolin y Cia. Proyectó y contrató la estructura metálica del Puente de España en Manila, Filipinas, (1870–72) y la del faro de San Nicolás en la bahía de la misma ciudad. En la isla de Puerto Rico, proyectó y gestionó en 1877 el mercado de hierro de Mayagüez así como de los puentes 467 en Arenas, Cayey (1877), 208 en Hormigueros (1878), 73 en San Germán (1879), 172 (1879) y 175 (1882) en Coamo (proyectados por Camprubí, suegro de Juan Ramón Jiménez); probablemente, también el puente 379 de Bayamón (del tipo Arcole parisino utilizado en El Grado), el 174 de Coamo y otros puentes en la isla (siendo hoy citado como Echevarría).

Nada sabemos acerca de la adjudicación de los puentes al constructor belga Auguste Lecoq. Tan solo, como hemos dicho, hay constancia documental del conflicto final con la Diputación (figura 12). Conocemos por el historiador Alonso Olea que «Augusto Lecoq y Lhensy» tenía 56 años y era vecino de Hal pero residente en Bilbao cuando en 1892 fundó con Chavarri y con De la Sota la Vasco-Belga de Miravalles. En 1880 participó en competencia con las empresas más importantes, en el concurso del puente Luis I de Oporto, que ganó Eiffel. En1884 presentó proposición para la construcción del Palacio de Exposición de San Sebastián. Participó en esos años en la construcción de La Vizcaya, fundada en 1882; entre 1886 y 1888 diseñó y construyó el primer carga-



Figura 12
Carta fechada en 1886 de Aug. Lecoq en Hal / Halle. (Archivo General de Gipuzkoa AGG-GAO)

dero en cantilever conocido, el de la C.ª de Setares en Saltacaballo y en 1996 construyó el de Dícido, ambos en Castro Urdiales; en 1887 participó en la construcción del Palacio-depósito de Aguas Calientes de Buenos Aires.

Por un catálogo de la empresa, sabemos que realizó, entre otras, obras en Amberes, Liverpool, Zwolle (Holanda), Tynemouth (Inglaterra), Cuba, Noruega, Roma, Nueva Gales del Sur, etc. La empresa alcanzó las primeras décadas del siglo XX con la razón social Ateliers de Construction de Hal (figura 13).

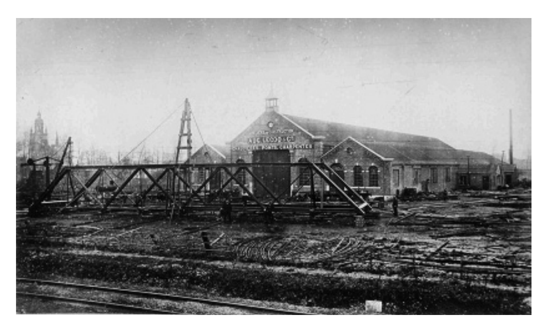


Figura 13
Talleres Aug. Lecoq en Hal / Halle. Montaje del puente de Arroyo Manso para Cuba. (Colección del autor)

Lista de referencias

Archivo General de Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. AGG-GAO JDIT1801/6195. *Caminos de Getaria a Zumaya. Desde 2 de noviembre de 1885* y AGG-GAO JDIT1801/6257. *Arreglo de las pilas metálicas del puente de Zumaya,* 1924.

Andivia-Marchante, Antonio Luis. 2014. «El muelle de la Compañía de Tharsis en el Puerto de Huelva». *II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. Cádiz, 2012: Junta de Andalucía, Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía.

Andivia-Marchante, Antonio Luis. 2014. «Tecnología de vanguardia en los muelles británicos de Andalucía: evolución de los sistemas de explotación». *Jornadas Internacionales de Patrimonio Industrial Incuna 2013. Patrimonio marítimo, fluvial y pesquero: identidad, transporte, turismo, paisajes y sostenibilidad*. Gijón: Centro de Iniciativas Culturales y Sociales, CICEES.

Andivia-Marchante, Antonio Luis. 2014. «Evolución de los muelles de mineral del Puerto de Huelva (1871–1921). Una aproximación desde la Arqueología Industrial». *Huelva Arqueológica*. 23: 171–194.

Andivia-Marchante, Antonio Luis. 2016. «Muelle de Carga de la empresa Compañía Española de Minas de Tharsis». *Patrimonio Industrial y Técnico de la Provincia de Huelva: estrategias e instrumentos de tutela patrimonial*. Sevilla: Consejería de Cultura. Junta de Andalucía.

Barba Quintero, Joaquín. 2002. «El muelle cargadero de mineral de la Rio Tinto Compány Ltd». *Clásicos de la arqueología de Huelva*. Nº 8: 45–80.

Bernal Gutiérrez, José. 2006. «El ferrocarril minero San Juan Bautista y el "Muelle de Hierro". El proyecto de infraestructura viaria de The Marbella Iron Ore C&L (1869–1872)». *Cilniana. Revista de la Asociación Cilniana para la Defensa y Difusión del Patrimonio Cultural*. Nº 19: 27–34.

Biel Ibáñez, Pilar. 2010. «La construcción de puentes metálicos en arco en España: el puente de El Grado diseño de José de Echeverría Elguera (1823-1886)». *Artigrama*. Nª 25: 507–522.

Bigger, F. J.. 1907. «Alexander Mitchell, a Blind Belfast Genius». *Quarterly Notes. Belfast Municipal Art Gallery and Museum* nº 6. June.

Cárcamo Martínez, Joaquín. 2011. «Puente Vizcaya y Muelle de Churruca. Intervenir en el patrimonio del hierro». *Arquitectura industrial. Restauración y conservación en tiempos de crisis, Abaco*: Nº 70: 67–74.

Cárcamo Martínez, Joaquín. 2012. «Muelle de hierro o de Churruca. Portugalete (Bizkaia)». *Euskadiko Industria Ondarea - Patrimonio Industrial en el País Vasco*. EKOB nº 6. Vitoria-Gasteiz: Departamento de Cultura del Gobierno Vasco.

Cárcamo Martínez, Joaquín e Iñaki Uriarte Palacios. 2016. «Tres hitos del hierro en la ría de Bilbao. El puente de Udondo, el muelle de Portugalete y el puente transbordador Vizcaya». *De Re Metallica: Ingeniería, hierro y arquitectura*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

González García de Velasco, Concepción. 2007. «El sistema de cimentación por tornillos Mitchell en los embarcaderos españoles del siglo XIX». *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, CICCP, CEHOPU.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2001. «Los embarcaderos de Tharsis, Riotinto y Alquife: los tres colosos de la Arqueología Industrial Británica en Andalucía». *Textos de Arquitectura*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

González García de Velasco, Concepción, González Vilchez, Miguel. 2004. «Los embarcaderos británicos en Andalucía (Tharsis, Riotinto y Alquife)». *Presencia Inglesa en Huelva*. Vol. 1: 43–78. Punta Umbría: Ayuntamiento de Punta Umbría.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vilchez. 2011a. «Los pilotes roscados. Un sistema revolucionario en las cimentaciones de estructuras metálicas ligeras en el siglo XIX». *Jornadas Internacionales de Investigación en Construcción*. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja». CSIC.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2011b. «Dos ejemplos británicos de cimentaciones de estructuras marítimas sobre plataformas de madera en el siglo XIX». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Santiago de Compostela: I. Juan de Herrera, SEdHC.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2011c. «Los embarcaderos británicos de hierro en el siglo XIX. El descubrimiento de nuevos materiales». *Materiales de Construcción*. 61 (304): 621–628.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2012. «El muelle de La Rabida, el último superviviente de los embarcaderos españoles de inspiración británica». *Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. Sevilla: 2010. Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2014. «El Muelle de puntales, en Cádiz, un exponente de la ingeniería del hierro a finales del siglo XIX en España». *II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. Cádiz, 2012: Junta de Andalucía, Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2015. «El embarcadero de mineral de hierro de la Compañía Marbella Iron Ore, en Marbella, Málaga». *III Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. Málaga, 2014: Junta de Andalucía, Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía.

González García de Velasco, Concepción y Miguel González Vílchez. 2016. «El muelle de Riotinto en Huelva: su tecnología e innovación en el contexto de la ingeniería civil británica del siglo XIX». *I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública: Nuevas estrategias en la gestión del Patrimonio Industrial*. Sevilla: Junta de Andalucía, Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía: 10–22

González Regueral, Salustio. 1861. «Puente de hierro sobre el río Eo». *Revista de Obras Públicas*. Tomo I (15): 181–189 y (16): 193–196

González Vilchez, Miguel. 1978. *El muelle de Riotinto*. Huelva: Excma. Diputación Provincial. Instituto de Estudios Onubenses «Padre Marchena».

Iglesias, G. y Juan R. Acinas García. 1996. «Muelles de hierro del siglo XIX: El muelle embarcadero de hierro del puerto de La Coruña». *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: Ministerio de Fomento, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX.

Luján Díaz, A. 2015. «Lucio del Valle y los faros de hierro del Delta del Ebro». En Aguilar, I. y César Díaz-Aguado (coords.). *Lucio del Valle (1815–1874). Ingeniería y fotografía*. Madrid, Ministerio de Fomento.

Lutenegger, Alan J. 2011. «Historical Development of Iron Screw-Pile Foundations: 1836–1900». *International Journal for the History of Engineering and Technology*, 81 (1): 108–128.

Lutenegger, Alan J. 2013. «Historical Application of Screw-Piles and Screw-Cylinder Foundations for 19th Century Ocean Piers». *International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*. Paper 20.

Lutenegger, Alan J. y Samuel P. Clemence. 2015. «Screw Piles & Helical Anchors. 180 Years of Use in Geotechnical Engineering». *Geostrata*. January February 2015: 40–44

Mitchell, A. 1848. *On Submarine Foundations*. Minutes of Proceedings. Londres. Instititute of Civil Engineers.

Mojarro Bayo, Ana María. 2009. «La construcción del Muelle de Levante: un hito en la ingeniería de la época». *Aestuaria. Revista de Investigación*. Nº 8: 89–117.

Mojarro Bayo, Ana María. 2009. «Las infraestructuras del Puerto de Huelva durante la Restauración». *Transportes, Servicios y Telecomunicaciones*. Nº 16: 228–256.

Mojarro Bayo, Ana María. 2010. *La Historia del Puerto de Huelva (1873–1930)*. Huelva: Autoridad Portuaria de Huelva y Universidad de Huelva.

Navascues Palacio, Pedro. 2007. *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814–1936)*. Madrid: Fundación Iberdrola.

Oppermann, A.L. 1879. «Puente sobre pilotes de rosca en Saigón (Cochinchina). 1879». *Revista de Obras Públicas*. 27, tomo I (13): 147–148

Pilotes de rosca. 1855. *Revista de Obras Públicas*. TomoI_20_03

Ribera, José Eugenio. 1895. *Puentes de hierro económicos, muelles y faros sobre palizadas y pilotes metálicos*. Madrid. Bailly-Bailliere e hijos.

Ribera, José E. 1930. *Puentes de fábrica y hormigón armado*. Tomo II. Madrid: Cimientos.

Rodríguez Ranz, José Antonio. 2003. *Historia de las vías de comunicación en Gipuzkoa. 3/ 1833–1937*. San Sebastián: Departamento de Transportes y Carreteras, Diputación Foral de Gipuzkoa.

Técnicas constructivas del Claustro Grande de la Cartuja de Nuestra Señora de la Defensión en Jerez de la Frontera (s. XVI). Aportaciones desde enfoques interdisciplinares y un modelado gráfico digital

Manuel Castellano Román
José Ignacio Murillo Fragero
Francisco Pinto Puerto

La Cartuja de Nuestra Señora de la Defensión se sitúa a 5 km de la ciudad de Jerez de la Frontera, al borde del camino que la une con la población de Medina Sidonia, dominando visualmente una amplia vega bañada por el rio Guadalete y su afluente El Salado.[1]

El origen de este monasterio se sitúa en 1475, gracias a la cesión a los cartujos de los derechos de las propiedades de su fundador, el caballero jerezano Álvaro Obertos de Valeto. El comienzo de su construcción se demoró hasta 1478, cuando se documentan las primeras obras en el ábside de la iglesia, la sacristía y la sala capitular en la zona más elevada de la amplia propiedad. Podemos afirmar que la traza necesaria para dicha empresa tendría como término *ante quem* el inicio de estas primeras obras, situándonos así en un momento de intenso desarrollo de la arquitectura tardogótica en el Reino de Sevilla, iniciado con la fábrica de la catedral hispalense, que irradiaba su influencia de forma efectiva desde los años centrales del s. XV.

Mientras se levantaban estos primeros edificios del monasterio, los hermanos se alojaron en unas casas antiguas que estaban en el lugar, adaptadas provisionalmente a celdas, iglesia y zonas comunes. Por esta razón, uno de los primeros trabajos que se atendieron, simultáneamente a la construcción de la iglesia y las estancias de vida común, fueron las celdas que formaban parte del claustro principal, a la postre la pieza de mayor tamaño del monasterio. Las primeras celdas construidas forman una unidad constructiva autónoma. Generalmente las pandas delos claustroscartujos estaban organizadas en cuatro bloques separados en los rincones mediante pasillos que extendían sus galerías hacia el exterior comunicándolas con otras zonas del conjunto, en nuestro casodos en dirección este-oeste que daban lugar a la panda más larga al sur –la mejor situada climática y con mejores vistas al rio– con doce celdas, y otras dos en dirección norte, que dividía el resto de los lados favoreciendo las orientaciones más propicias de levante y poniente, quedando el lado norte más frio y húmedo con un menor número de celdas, un total de seis. (figura 1).

Dada la gran longitud de cada panda, fueron levantándose por etapas, obligando a interrumpir los muros que formaban las crujías de las celdas, así como estribar las bóvedas de aristas que fueroncubriendo paulatinamente las galerías en torno al espacio central. Se han detectadodocumentalmente cincoetapas constructivas hasta concluir las cuatro galerías y sus celdas (Un Cartujo 1995). En las primeras etapas se sucedió la construcción de las casas de los hermanos y de la galería abovedada del claustro, hasta que en 1544 hubobastantes para permitir el traslado de losmismos, emprendiéndose entonces la construcción de las galerías restantes con objeto de conseguir el cierre definitivo de todo el cuadrado central en 1565, dejando sin levantar las restantes celdas. Esta decisión tendría un impacto importante en la fábrica, pues para poder levantar las cuarenta bóvedas que cubrían estas galerías, era preciso contar con el muro que las separaba

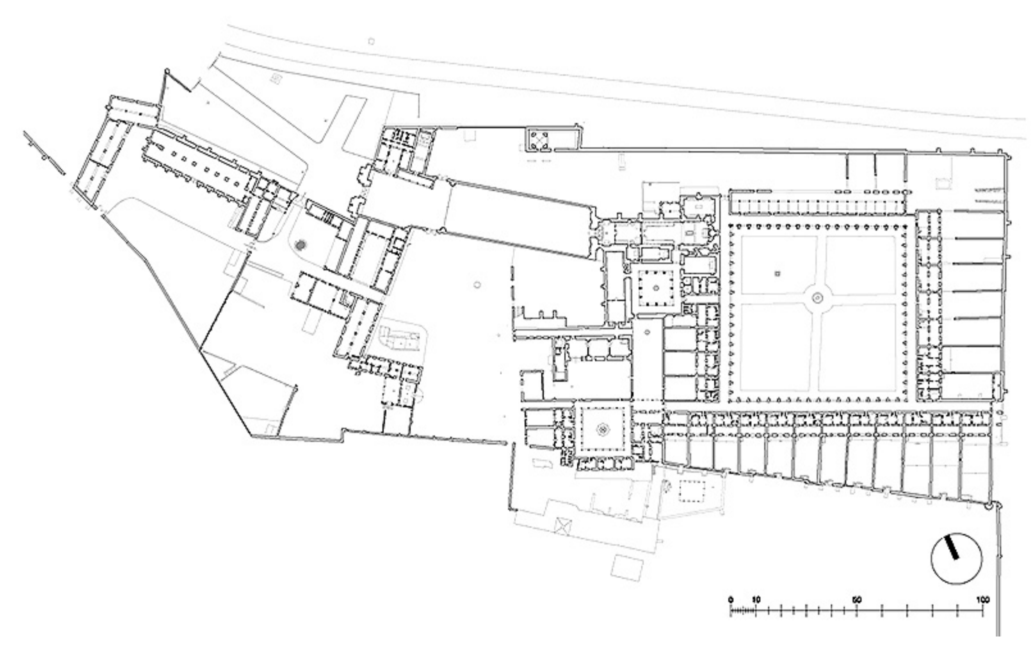


Figura 1
Planta actual del Monasterio de la Cartuja de Ntra. Sra. De la Defensión. Jerez de la Fra. (Manuel y Domingo Fernández)

de las celdas que aún no estaban construidas, debiendo articularuna solución provisional para suplantar el papel de contrarresto que asumiránlas celdas una vez concluidas. Otra de las situaciones provisionales se produjo cuando avanzaba la construcción de las cajas murales de las celdas sin estar concluidas las bóvedas. En este caso debían quedar preparadas las uniones con las futuras bóvedas para no tener que labrarlas posteriormente sobre el muro, generando roturas innecesarias. Detectamos, por tanto, tres tipos de situaciones provisionales: a) la interrupción de los muros longitudinales de una panda, b) la construcción de las galerías abovedadas sin avanzar en la construcción de las celdas, y c) la construcción de las cajas de las celdas sin avanzar en la galería.Estas disposiciones que vamos a analizar, explican la manera de responder provisionalmente a las etapas constructivas intermedias, aunque las consecuencias de algunas de estassoluciones no fueran siempre acertadas a raíz de las constantes reformas y arreglos que padecieron,como veremos al final.

Dado que muchas de estas uniones e interrupciones de las fábricas quedan actualmente ocultas bajo los revestimientos, basaremos parte de nuestro análisis en lo observado en el ala norte y en el rincón noreste antes referido, construidas entre 1599 y 1603 «las seis celdas del claustro de la parte del Norte, sacados los cimientos hasta acabarlas y dejarlas en perfección» (Mayo 2001, 133). Al quedar esta parte del edificio abandonada desde la desamortización (1835)y no haber recibido una reconstrucción tan intensa como otras zonasdel monasterio (Álvarez et al 2006, 163–227) hasta hace unos meses, aún se observaban las huellas originales del proceso constructivo, lo que supone una inestimable fuente de información. A pesar de esta acotación espacial y temporal, podemos afirmar que las soluciones constructivas aquí presentes son similares a lasadoptadas en las restantes pandas del claustro, pues coinciden con las descripciones escritas recogidas enun documento esencial para el conocimiento de este edificio, el Protocolo de Fundación del monasterio, donde se describen cada uno de los trabajos bajo la responsabilidad de los sucesivos priores desde su fundación hasta 1669 (Mayo 2001).

Metodología de trabajo

La interpretación de las fábricas del ala norte del Claustro Grande se sustenta en un planteamiento interdisciplinar que integra historiografía, arqueología y análisis arquitectónico, este último sustanciado en el estudiode los sistemas constructivos ylos sistemas geométricos de control formal.Este trabajo está basado en el trabajo de Levantamiento y Análisis previo al proyecto de intervención que se redactó para intervenir en esta zona del monasterio (2008).[2]

El trabajo comenzó con una toma de datos métrica mediante estación de topografía y ortofotos que permitió obtener precisos levantamientos en proyección ortogonal, sobre los que plasmar los despieces de la fábrica y todas las discontinuidades y huellas de operaciones constructivas, incluyendo las detectadas en el subsuelo. A continuación, se llevaron a cabo diversas actividades de carácter arqueológico: el análisis de los elementos conservados en el ala norte desde el marco teórico de la Arqueología de la Arquitectura; la excavación del ala norte y septentrional, en la que se distribuyeron seis sondeos. Ambas labores arqueológicas permitieron documentar e individualizar las unidades estratigráficas constructivas y destructivas del conjunto analizado, que mediante un proceso de síntesis fueron agrupadas en actividades (unidades estratigráficas producto de una misma acción que en el texto y los dibujos se recoge con la letra A delante) ordenadas cronológicamente en unidades históricas, que ofrecen el proceso constructivo concreto de esta parte del edificio (Caballero y Latorre 1995; Caballero y Escribano 1996).Cada una de estas unidades históricas quedacaracterizada por materiales y elementos constructivos de formatos y sistemas de montaje-desmontajes reconocibles que se cotejan con un marco temporal determinadomediante documentos escritos, cuando estos existen, como es el caso. Para esto último se procedió al registro y catalogación de las fuentes documentales existentes ya fueranliterarias, gráficas o iconográficas. Finalmente, se completóel reconocimiento de los espaciosobtenidos de la lectura de los planos horizontales y verticales, con el análisis geométrico de las construcciones afectadas. Toda esta información ha quedado finalmente asociada a un modelo gráfico digital del edificio HBIM que permite visualizar cada etapa constructiva de forma interactiva, registrando espacial y temporalmente las uniones o interfaces constructivas, los elementos caracterizados y sus datos principales.

Secuencia constructiva del ala norte del Claustro Grande

A través del análisis estratigráfico de los paramentos y el registro documental ha sido posible detectar las siguientes etapas constructivas que resumimos a continuación.

Periodo I. Galería del ala norte del claustro grande. Segunda mitad s. XVI

La primera actividad constructiva en la panda norte corresponde a la erección de la galería, espacio abovedado sobre una arquería abierta al patio y el muro de fachada de las futuras celdas (A102) (figura 2). Esta última era una gruesa estructura de mampostería con machones de sillería de calcarenita intercalados, que se eleva hasta superar la altura de las bóvedas. Incluye esta fase las puertas y tornos de las

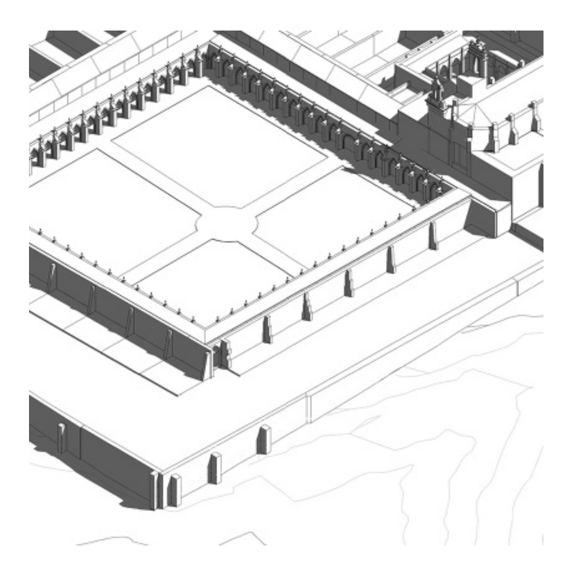


Figura 2
Perspectiva de lo construido en el Periodo I (Imagen obtenida del modelo HBIM. Autores 2017)

futuras dependencias monásticas, y el arranque constructivo de la delimitación perimetral de la panda (figura 3).

Según el Protocolo estos trabajos se llevan a cabo durante el periodo de los priores Juan de la Parra (1556–1560) quien «Sacó la zanja del Claustro de los cuartos de oriente y norte…» (Mayo2001, 112) y su inmediato seguidor Tomás Rodríguez (1560–1569) el cual «…labró las dos galileas del claustro, la del oriente y del norte, hasta dejarla en perfección...» (Mayo 2001, 117). Los operarios que intervinieron se conocen a través de los contratos recogidos en el Archivo de Protocolos notariales registrados por el historiador Manuel Romero Bejarano.

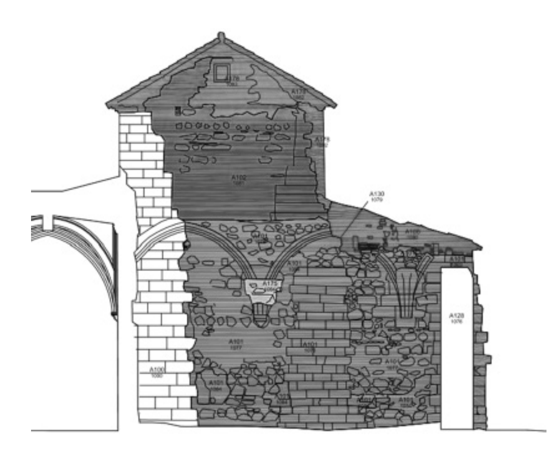


Figura3
Paramento oriental del ala norte del claustro grande de la Cartuja. Estratigrafía (Autores 2008)

Periodo II. Construcción de las celdas. Finales del s. XVI y principio del s. XVII

30 años más adelante, se acometen las obras para cerrar el bloque constructivo que alojará las celdas, esfuerzo constructivo que según el Protocolo (Mayo2001, 133) se atribuye al priorato de Antonio Sánchez (1599–1603).

Para ello se prolonga el arranque de los extremos perpendiculares a la fachada unidos constructivamente a la delimitación septentrional del nuevo bloque rectangular (A101) (figura 4). Al tiempo, se edifican los muros medianeros entre celdas (A101). Sin

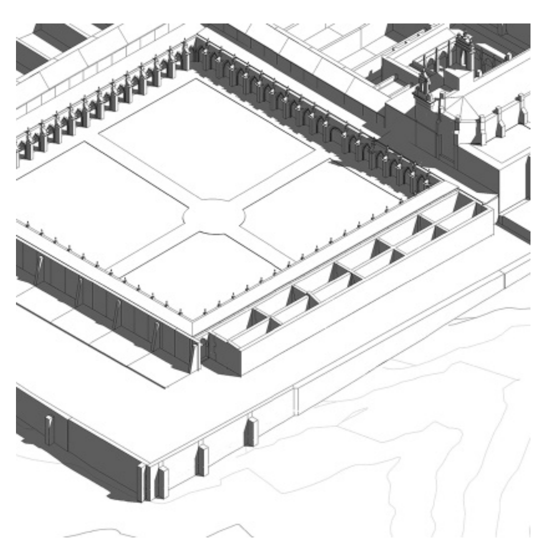


Figura 4
Perspectiva de lo construido en el Periodo II. Muros bajos (Imagen obtenida del modelo HBIM. Autores 2017)

embargo, aunque de este importante impulso constructivo sólo conservamos algunos retazos, como consecuencia de la ruina posterior, aún es posible restituir el alcance y características de la obra. La fachada de estas estancias a las huertas, se comunicaba por medio de un espacio transicional, cubierto por bóveda de cañón, con una sencilla ventana rectangular abocinaday un amplio vano rematado con arco carpanel sobre sencillas pilastras molduradas (A101). Las delimitaciones internas de las celdas se habilitaron por medio del adosamiento de tabiques. Un acabado de cal generalizado homogeneizó las superficies interiores.

Edificada la primera planta, a continuación, se elevó el segundo piso combinando diferentes aparejos y materiales: tapiales, mampostería, ladrillo y sillería (figura 6). La sillería se emplea para el refuerzo de las esquinas formando encadenados denominado en los documentos como «fenecías y atajos» como veremos más adelante. Los cajones de tapial armados con verdugadas de ladrillo y mampostería aparecen, principalmente, cerrando los lados cortos (A102) (figura 5). La segunda planta cuenta con una ventana al claustro, cuyo dintel y jambas se ejecutan correctamente en piedra calcarenita (A102). El forjado del segundo piso se armó con vigas de madera cuyos mechinales

(A102) se abren en la parte alta del muro de fachada. La subida a la planta superior, en cada celda, se hacía mediante escaleras de ladrilloadosadas a los muros, apeadas sobre abocinados de ladrillo (A102).

Por otro lado, hay que suponer la existencia de muros haciendo las veces de tapias que separaban unas huertas de otras. Y es que, en efecto, se documentan huellas de cercas en la fachada de los porches, pero existen dudas a la hora de adscribirlas a un periodo concreto, que suponemos deben pertenecer ala siguiente etapa.

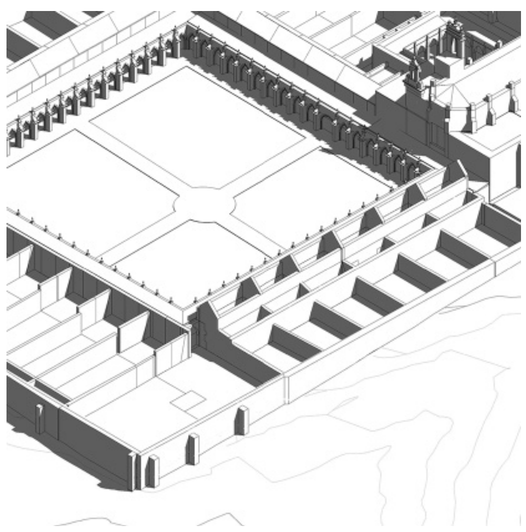


Figura 5
Perspectiva de lo construido en el Periodo II. Muros altos (Imagen obtenida del modelo HBIM. Autores 2017)

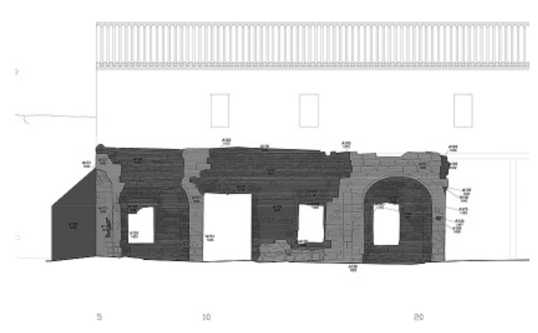


Figura 6
Alzado de los restos conservados de la pared de las celdas hacia las huertas (Autores 2008)

Periodo III. Reformas del ala norte del claustro grande. Comienzos del s. XVII y primer tercio del s. XIX

Una vez concluida la construcción de las celdas del ala norte comienza un amplio periodo de uso y remodelaciones por la comunidad cartuja, que alcanza el año 1835. Entre otras, destaca la que afecta a la fachada septentrional cuando se cambia el sistema de acceso e iluminación de la habitación que servía de transición entre las celdas y las huertas (A103 104 y 105) (figura 7).

Las puertas originarias de acceso a las huertas son transformadas en ventanas. Las tres celdas orientales se transforman con estructuras de ladrillo y mampostería, y un dintel en platabanda (A104), y las occidentales con sillería de calcarenita entre verdugadas de ladrillo (A105).Desconocemos si estas remodelaciones fueron coetáneas, pero ambas actividadesfueron cubiertasa continuación por una bóveda de ladrillo (A106) apoyadasobre una roza practicada en los muros preexistentes, actividad que probablemente se llevó a cabo durante el priorato de Don Diego de Ayala (1624–1630). Las menciones sobre este periodo señalan que para adecentar el interior de las celdas se «Hizo blanquear… y en alguna de ellas hacer alcobillas que quedaron todas como nuevas» (Mayo 2001, 138–139), labores que dejaron sus correspondientes huellas (A153 155 y 161) en los muros perimetrales de la estancias. En un plano de la Cartuja fechado en 1769 (figura 7) todos los porches de las celdas presentan su puerta centrada en el muro, lo que implica que, antes de esa fecha, se habían reali-

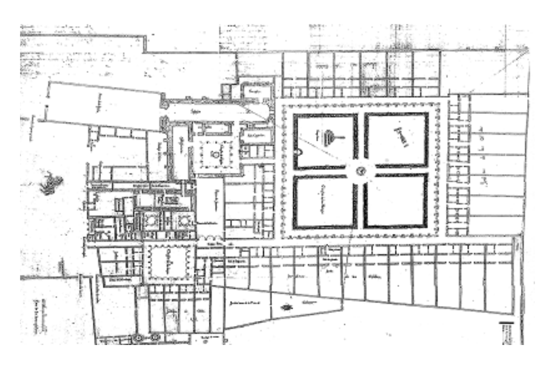


Figura 7
Plano de la Cartuja (Juan Antonio de la Peña 1769)

zado las diferentes transformaciones mencionadas.

Además de lo descrito, a lo largo de este periodo, las nuevas ventanas de comunicación con las huertas son otra vez reformadas (A132 133 y 134). Algunas de estas conservan junto a ellas asientos tallados en piedra (A157). En la celda más occidental se ciega (A162) y se abre (A165) un nuevo ventanuco. Reconocemos rozas de tabiques (A155) en las entradas de las celdas, que delimitaban un pequeño vestíbulo. El último suelo de celdas presenta baldosas de barro cocido colocadas a espiga (A138). Algunos forjados del segundo nivel son sustituidos (A152). Y en sus muros se abren nichos con función de alhacena (A144 y 145 146). También observamos una serie de pequeñas huellas de mobiliario anclados al muro (A158 159 y 160). En la celda más occidental se levantó una cámara de ventilación (A107). Algún torno tambiénpreciso ser reformado (A108).

Periodo IV. Desamortización, abandono y ruina. S. XIX y XX

Con la desamortización de Mendizábal (Álvarez, Guerrero y Romero, 2003: 166) comienza el proceso de ruina de gran parte de los edificios, incluidas las celdas y galerías (A175) del ala norte del claustro grande. Así lo recogen ya testimonios del siglo XIX, a pesar de su declaración como Monumento Nacional en 1856 (Álvarez, Guerrero y Romero, 2003: 171). En un momento impreciso, ya avanzada la ruina, las puertas y los tornos fueron cegados (A168) (figura 8).

Periodo V. Rehabilitación. S. XX

Al mismo tiempo que avanza la ruina se realizan diferentes intervenciones para consolidar y reparar ciertos edificios del complejo monacal. Francisco Hernández-Rubio es el primer arquitecto que actúa en el claustro grande (Álvarez, Guerrero y Romero, 2003: 193) centrando su intervención en el ala norte, entre los años 1925 y 1927, sobre las bóvedas y soportes de la galería, donde aún se conservan pilastras, enjarjes y formeros (A118). Acaba su trabajo con una solería, azulejos con letras alfabéticas y un enlucido en color albero en las puertas (A117).

Entre los años 1976 a 2000, el arquitecto Vicente Masaveu (Álvarez, Guerrero y Romero, 2003: 208–211) llevará a cabo la construcción de una estructura de hormigón con dos alturas en el lugar ocupado por las celdas (A178) que busca el esquema de la cons-

Figura8
Perspectiva de lo construido en el Periodo IV (Imagen obtenida del modelo HBIM. Autores 2017)

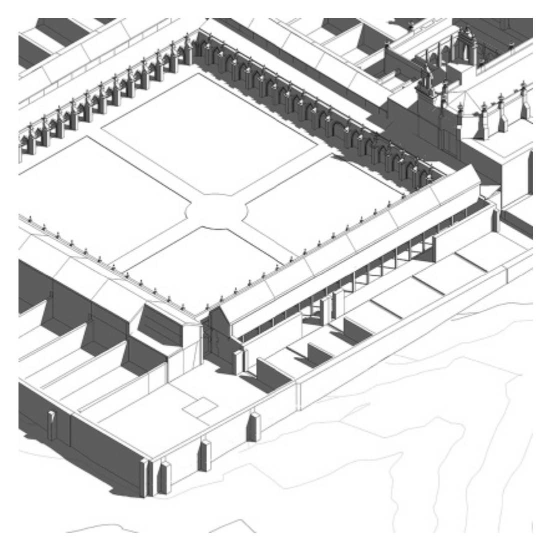


Figura 9
Perspectiva de lo construido en el Periodo V (Imagen obtenida del modelo HBIM. Autores 2017)

trucción originaria, sacrificando para ello los pocos restos de muros medianeros conservados (figura 9). En la actualidad, el arquitecto José María de la Cuadra está llevando a cabo una intensa obra de rehabilitación de estas celdas.

Interpretación de los puntos singulares en el proceso constructivo del claustro

La solución a la interrupción de los muros longitudinales

Los impulsos constructivos en el claustro eran tan irregulares como los periodos de mandato de los priores. Hubo periodos de apenas tres años y otros de veinte, con ritmos muy desigualesdonde se alternaban las actuaciones sobre la fábrica y la atención al sustento económico del monasterio mediante la compra de propiedades, construcción de infraestructuras o atención a épocas de penurias por sequías o plagas. A pesar de esta irregularidad, la obra del claustro grande mantuvo una actividad constante. Como resumen de lo expuesto anteriormente, el modo de proceder era el de construir por bloques compactos siempre que fuera posible, como sucede en 1525 cuando se terminan las cinco celdas de la panda occidental yse dejan sacados los cimientos de las tres primeras celdas de la panda sur. Estas últimas quedaron completas tres años más tarde junto a la galería abovedada del lado occidental, trasladándose a ellas los hermanos. El proceso consistíaen avanzar abriendo cimientos, subir los muros longitudinales y transversales hasta alcanzar la primera planta dejando la caja mural de cada celda en *alberca*, a la espera de poder seguir la obra. En un siguiente impulso constructivo completaban los alfarjes, elevaban el muro de la nueva plantay sus cubiertas hasta cerrarla, abriendo de nuevo los siguientes cimientos y los pilares de la galería y sus bóvedas, para acabar las solerías, carpinterías y revestimientos de la celda, y de nuevo reiniciar la operación desde los cimientos ya preparados. Al tener la panda sur una gran longitud, podemos afirmar que sufrió al menos tres fases constructivas como las descritas: 1525–28, 1538–42 y 1542–48, que fueron dejando estructuras murales y galerías inacabadas. Al ser estas fábricas de mampuestos y tapial, necesitaban un sistema constructivo que permitiera una solución duradera para esos puntos débiles donde se interrumpen. Procuraban hacer estas interrupciones una vez superados alguno de los muros transversales que separaban unas celdas de otras, disponiendo fábricas de sillares escuadrados y bien aparejados que penetraban en cada una de las tres direcciones delos muros, garantizando una adecuada traba entre ellos. Eran los denominados *encadenados*, *fenecías* situados en muros longitudinales que formaban *adarajas* para mejorar la traba con la fábrica siguiente (García 1968, 118). Al revestirse, quedaban ocultas a la vista favoreciendo la continuidad del paramento a modo de fondo neutro de las galerías donde sólo se recortaban sólo las puertas de acceso a las celdas, los arcos formeros y las ménsulas (figura 10).



Figura 10
Fragmento de la ortofoto del muro de las celdas hacia la galería (J. María Guerrero 2008)

La solución al avance de la galería abovedada

Una vezconcluidas diez celdas de la panda sur, se procedió a concluir las dos galerías del claustro que quedaban, una importante obra donde se cerraron cuarenta bóvedas de diagonales entre los años 1560 y 1569 (Mayo 2001, 112–117), siendo responsables de estos trabajos los canteros Andrés de Ribera y Miguel Sánchez (Romero 2007). Durante estos años se compra una gran cantidad de materiales pétreos con formatos destinados a las bóvedas, y se contrata a una gran cantidad de canteros y albañiles que hicieron progresar la galería con rapidez, a razón de cuatro bóvedas –también llamadas *capillas*– al año.Cada celda se corresponde en su ancho con tres de estas bóvedas, y los muros que las separan vienen a coincidir aproximadamente con uno de cada tres arcos toralesde la galería. Para construir estas bóvedas era imprescindible construir al menos el muro longitudinal de las celdas, aun sin estar estas levantadas. Por esta razón, éste muro debía asumirprovisionalmente

el contrarresto de los empujes de las bóvedas, para lo que era preciso aumentar el grueso del muro ocrear estribos provisionales al otro lado del muro. La primera solución requiere aumentar el grosorpara asumir una situación provisional, con el consiguiente gasto excesivo de material que no sería necesario una vez cerrada la celda. La segunda solución consistiría en acompañar el muro con un estriboque contrarrestara los empujes de la bóveda. Esta última fue la adoptada construyendo un estriboo *atajos* (Salinero 1968, 48) cada tres bóvedas, coincidiendo con la separación entre las celdas. En este sentido, el análisis estructural realizado en el transcurso de los trabajos previos (Gómez y Benítez, 2007), mostró su eficacia constructiva.Estos elementos quedaron a la vista en la panda norte tras la ruina de esta zona (figura 11), hasta que las obras de restauración llevadas a cabo en 1986 los eliminaron para introducir una potente estructura de hormigón.

Estos muros longitudinales con los inicios de sus a*tajos* cada tres bóvedas, se elevaron al menos hasta la altura del primer piso, es decir, sobre la cota de las cubiertas de las galerías abovedadas, garantizando la estabilidad estructural del conjunto.

Las huellas de la esquina noroeste

Esta esquina la forma el callejón que prolonga la galería oriental del claustro hacia el norte, como sucede en las extensiones espaciales de las restantes esquinas. De este espacio queda sólo el muro lateral de la celda de la panda norte, donde se observan varios sistemas constructivos superpuestos que a primera vista parecen incoherentes, pero que responden al procedimiento constructivo que hemos expuesto: el paramento del muro donde se distinguen varias fábricas que amortizan los recursos materiales disponibles; las fábricas de sillares aparejados en la esquina y en la unión del muro paralelo al de la galería que formaban la primera crujía de la celda, y mampuestos irregulares rellenando la superficie entre ellos. Por otro, los elementos que permiten el encuentro delas bóvedas con estos muros mediante los enjarjes sobre capiteles y los formeros que dan dimensión a la bóveda avanzando hasta que se acaba el muro de la celda (figura 12).

Estas huellas atestiguan que las bóvedas estaban previstas, aunque nunca llegaron a construirse, pues no aparecen dibujadas en el plano de 1769, ni en las distintas vistas de la Cartuja. Este callejón hubiera permitido el acceso a dos celdas que tampoco llegaron a levantarse. Podemos observar, siguiendo la modulación obtenida del análisis geométrico de este alzado, como encajan seis bóvedas iguales a las que cubren las galerías, módulos que dan para encajar dos celdas iguales a las existentes en el espacio reservado entre el claustro y la tapia exterior del monasterio (figura 13).

Estos restos nos muestran como que el avance de las celdas respecto a las bóvedas requería la construcción de formeros y enjarjes coetáneamente al

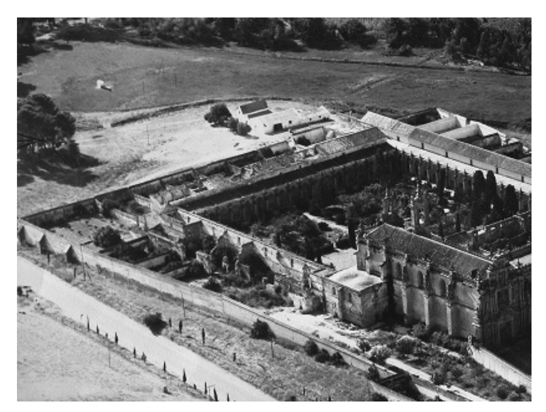


Figura 11
Imagen aérea del ala norte mostrando el estado de las celdas tras el abandono del monasterio (Anónimo 1965)



Figura12
Fotografía del paramento oriental de la panda norte. Muro de las celdas (Autores 2006)

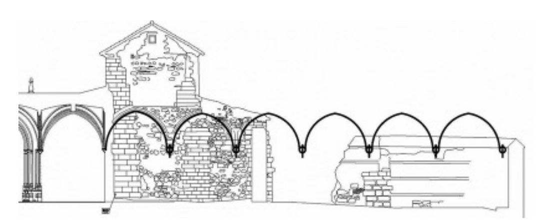


Figura 13
Alzado oriental con la modulación de los arcos formeros de la galería (autores 2006)

muro, dejando marcada en la pared la modulación prevista en la traza. Podríaafirmarse, por tanto, que estas huellas son el testimonio más evidente de una planificación a futuro de un edificio que quedaría inacabado durantemucho tiempo.

Los problemas constructivos

Las soluciones descritas responden amomentos provisionales de la obra, pero no parece que estuvieran calculadas para permanecer mucho tiempo en ese estado, sobre todo si los solares de las celdas quedaban expuestos a la intemperie. Poco antes de acabar de cerrar las últimas bóvedas, el 6 de agosto de 1565, los canteros Juan de la Mar y Alonso Ruiz, Melchor Jiménez y Miguel Manuel se obligan a retundir treinta y seis capillas, treinta y dos nuevas y cuatro viejas que debían estar deterioradas,pues especifican en el contrato que debían además de construir las nuevas « e las quatro Restantes viejas y a estas viejas abemos de retundir la prendenteria y cruzeria e los Jarjos y el toral grande de por dentro»,[3] lo que atestigua que debieron abrirse al ceder los muros.En 1590, cuando aún no se habían construido las celdas al norte y al este, se hacen las primeras reparaciones en las *fenecías* y *atajos*del ala oriental «porque estaban muy sentida la pared» (Mayo 2001, 130).Esta zona es casualmente la que necesitaron mayores rellenospara hacer la explanación del claustro, por lo que estos problemas debieron originarse en los asientos del terreno.En 1639, casi cincuenta años después, se volvieron a reforzar los estribos del muro del lado norte y este del claustro que daba a las celdas que aún quedaban por hacer «por el cual reparo, se evitó gran ruina, que amenazaba todas las paredes de aquel lienzo» (Mayo 2001, 142).

Conclusiones

Las construcciones antiguas extensascomo la estudiada tienen como factor común la dilatación de los procesos constructivosdurante largos periodos de tiempo. Cuando a esta condición se une la necesidad de rentabilizar los materiales disponibles, detectamos que se precisan soluciones como las observadas en esta aportación. La importancia de los elementos intermedios es esencialtanto para entender estos largos procesos constructivos, como para interpretar muchas de las patologías que suelen aparecer en este tipo de arquitectura, como las grietas que suelen encontrarse en las interfaces constructivas descritas. Cuando podemos contemplar estas uniones durante una intervención de restauración o en un estudio previo, debemos ser conscientes de que contamos con un documento directo altamente vulnerable, que generalmente se encuentra oculto. Por ello es determinante desarrollar trabajos de toma de datos y análisis basados en metodologías contrastadas y facilitar la reconstrucción de los argumentos de la interpretación realizada, o dicho de otra manera, la trazabilidad del proceso de investigación sobre la construcción de edificios históricos. El registro sistemático de este tipo de información es imprescindible para entender los comportamientos estructurales de estos edificios y su lógica constructiva, además de suponer un inestimable indicador cronológico.

Notas

1. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación «Tutela sostenible del patrimonio cultural a través de modelos digitales BIM y SIG, contribución al conocimiento e innovación social» con IP Francisco Pinto Puerto, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (HAR2016–78113–R).
2. Estos trabajos consistieron en un registro documental llevado a cabo por el historiador M. Romero; el levantamiento gráfico preciso mediante toma de datos topográfica y fotogramétrica por el arquitecto J.M. Guerrero; la lectura estratigráfica de paramentos de los restos murarios por los arqueólogos L. Caballero, M.A. Utrero, F. Arce y J.I. Murillo (IH-CSIC);la excavación arqueológica del subsuelo por los arqueólogos E. Méndez, F. Pozo, R.M. Gil y M.D. Martínez; el estudio geofísico de los del terreno por la empresa Vorsevi, S.L.; el análisis estructural de las bóvedas de la galería por los arquitectos J.C. Gómez y R. Benítez; y el análi-

sis espacial, tipológico y constructivo por los redactores del proyecto arquitectónico, R. González y F. Pinto. Las imágenes en perspectiva proceden del modelo HBIM desarrollado por M. Castellano como instrumento fundamental para la elaboración del Plan Director del conjunto monástico.

3. APNJF. (Archivo de Protocolos Notariales de Jerez de la Frontera), Oficio IX. Diego López de Arellano, Fol. 63 vto. Agradecemos a Manuel Romero Bejarano la documentación aportada sobre este documento.

Lista de referencias

Álvarez, A.; J.M. Guerrero y M. Romero. 2006. *La intervención en el patrimonio. El caso de las iglesias jerezanas. (1850–2000).* Colección Premios Manuel Estévez. Jerez: Ayto. Jerez.

Caballero, L. y P. Latorre, P. (coord.) 1995. Leer el documento construido. *Informes de la Construcción* (monográfico), 46 (435).

Caballero, L y Escribano, C (coord.) 1996. *Curso de Arqueología de la Arquitectura*. Burgos.

Castellano Román, M. 2017. «La Cartuja de Nuestra Señora de la Defensión en Jerez de la Frontera: un modelo digital de información para la tutela de bienes inmuebles del patrimonio cultural». Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

Cartujo de la Defensión. 1995. El claustro grande de la cartuja de la Defensión: su construcción y espíritu. *Real Academia de Bellas Artes de Cádiz,* 13: 101–155.

García Salinero, F. 1968. *Léxico de Alarifes de los siglos de oro.* Madrid: Real Academia Española.

Gómez, J.C. y R. Benítez. 2008. *Análisis del comportamiento mecánico de las bóvedas y elementos de sustento del Claustro Grande de la Cartuja de Ntra. Sra. de la Defensión en Jerez de la Fra. Archivo diocesano. Jerez de la Frontera*. (Informe técnico).

Mayo, J. 2001. Protocolo Primitivo y de Fundación de La Cartuja Santa María de la Defensión, *Analecta Cartusiana*, 187 (editores J. Hogg, A. Girard, D. Le Blévec). Austria.

Romero Bejarano, M. 2007. *Estudio documental sobre las alas norte y este del Claustro Grande la Cartuja de Ntra. Sra. de la Defensión en Jerez*. (Informe técnico) Jerez de la Frontera: Archivo diocesano.

Miguel Ángel de Quevedo: La incluyente profesión de ingeniero

Mónica Cejudo Collera

En la transición de la Ciudad de México y de la República Mexicana del siglo XIX al siglo XX, se logró un radical cambio en la concepción estructural de las ciudades y por lo tanto del país. El progreso se cimentó en la explotación de los recursos naturales y en la realización de grandes obras de infraestructura dedicadas al transporte como el ferrocarril y los puertos. También inició la aplicación de postulados científicos de distinta índole para el mejoramiento de la vida en la ciudad.

En este periodo se involucran distintos profesionistas en las decisiones de políticas públicas para el mejor desarrollo del país. Esta tendencia continuará incluso después de la guerra de la Revolución Mexicana (1910–1920),[1] el proyecto de nación producto de la revolución, proponía, como uno de sus principales objetivos, el desarrollo y modernización de la nación mexicana, se consideró prioritaria la construcción de infraestructura, principalmente obras públicas y comunicaciones (Herrera, 1987, 133). Los grandes proyectos se valían de la multidisciplinaridad con distintos involucrados de variadas profesiones para maximizar el éxito de su implantación.

Un destacado actor de este periodo de continuos cambios y de significativo progreso fue Miguel Ángel de Quevedo y Zubieta (1862–1946), que tuvo una importante participación como ingeniero, constructor, ambientalista, educador, escritor y actor político. Su trabajo trascendió a diversas esferas de la vida de la ciudad de México y de la República Mexicana, incluso colaboró en regímenes de gobierno supuestamente opuestos, estuvo ampliamente involucrado en distintos proyectos bajo el gobierno de Porfirio Díaz, continuando sus labores en los gobiernos posteriores a la Revolución, con Francisco I. Madero y Lázaro Cárdenas.

Su formación y primeras experiencias profesionales

Miguel Ángel de Quevedo nació 27 de septiembre de 1862, en Guadalajara, Jalisco. En esta ciudad realizó su formación académica elemental con sus Estudios Mínimos y Mayores en el Seminario de Guadalajara, obtuvo su diploma de Ingeniero Civil de Puentes y Calzadas, en septiembre de 1887 otorgado por la Escuela de Puentes y Calzadas de París, Francia.

Desde su formación profesional y a través de sus profesores tomó conciencia de la importancia en adquirir conocimientos que aplicará al regresar a México, regreso que siempre estuvo como meta. Así Alfredo Durán Claue profesor del curso de Hidráulica Agrícola, le hizo hincapié la importancia de los conocimientos forestales para México, país muy montañoso y con largos periodos de sequía o de lluvias torrenciales (De Quevedo, 1943,6). También conoce a Luis Pasteur de quien toma los conceptos de higiene y salud.

Después de obtener su diploma, realizó prácticas en los puertos de El Havre, Socoa, Sant Jean de Luz y Bilbao, así como en las obras del Ferrocarril franco español.



Figura 1
Fotografía de Miguel Ángel de Quevedo (Número de inventario 467618. Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)

A su regreso a México en 1888 (De Quevedo, 1943, 9), trabajó en las obras del desagüe del Valle de México, uno de los proyectos fundamentales del Porfiriato para la ciudad capital.

Supervisó la construcción de la vía a Tacubaya, Mixcoac y San Ángel del Ferrocarril del Valle de México. Utiliza puente de machones elevados de mampostería a hueso o sin lajas, según las reglas de sus maestros de puentes y calzadas, sistema que le enseñó a los albañiles locales y que contrastaba con las técnicas de construcción tradicionales. Implementó el uso de locomotoras de vapor de sistema Compound, sustituyendo el sistema tradicional de tracción animal. En la ejecución de los trabajos de estas vías, observó la deforestación que existía en Santa Fe y Cuajimalpa, atribuía a esta causa la crecida torrencial de sus arroyos con sus consecuentes desgracias, incluso propuso reforestar aunque no pudo llevar a cabo este proyecto (De Quevedo, 1943, 11).

El ingeniero

Después de su trabajo en la vía antes mencionada fue recomendado y aceptado para trabajar en la construcción del puerto de Veracruz entre 1889 y 1892 (De Quevedo, 1943, 12–13). Como ingeniero director de la Empresa Mexicana, implementó medidas sanitarias para mejorar la higiene urbana, inspirado por los Campos de Genevillier de Luis Pasteur, separó las aguas negras para alejarlas de la población y depurar estos desechos para usarlos para el riego. Cabe destacar que las condiciones sanitarias del puerto de Veracruz eran deplorables, aceptar el trabajo implicó un verdadero riesgo para su vida porque abundaba el vómito negro y paludismo, al aceptar el trabajo, de Quevedo asumía la responsabilidad de aplicar sus conocimientos como uno de los pocos ingenieros mexicanos que tenían experiencia en obras marítimas. Llegó a defender el proyecto de Eads y Thiers (Domínguez Pérez, 1990, 95) cuya construcción dirigía en una sesión especial en la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de la Ciudad de México, el proyecto tenía como parte fundamental el Dique Rompe Olas del Noroeste que consistía en la colocación de grandes blocks a fondo perdido (De Quevedo, 1943, 14), el dique abarcaba desde la Punta del Soldado al Castillo de San Juan de Ulúa, sobre el arrecife de la gallega. Para la colocación de los bloques utilizó una grúa flotante y terminó los trabajos en 1892 (De Quevedo, 1943, 19).

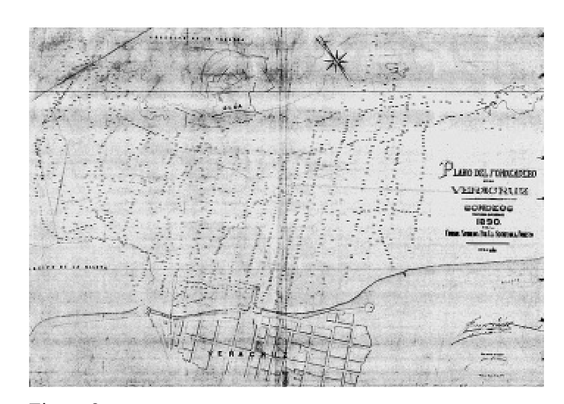


Figura 2
Plano del Fondeadero de Veracruz (Autor: Miguel ángel de Quevedo y George Giaast, Mapoteca Orozco y Berra, Número Clasificador: 482–OYB-7261–A)

Realizó también diversos proyectos hidroeléctricos para Ernesto Pugibet,[2] en un año ejecutó las obras de 35 kilómetros de canales, 18 kilómetros fueron túneles; la obra quedó terminada en 1896 y fue para proveer de energía eléctrica a fábricas de hilados y tejidos en Veracruz. También en 1897 en la Planta de Ixtazoquitlán, del mismo estado de Veracruz, construyó un funicular con cables bien asegurados en el origen de la cresta para que las carretillas de descenso destinadas a la distribución de materiales y maquinarias, que lo inspiró a construir un funicular en forma en el cerro de Tepeyac que no llegó a realizarse (De Quevedo, 1943, 28–33).

Años después, en 1927, seguía revisando y supervisando grandes obras hidráulicas, después de la inundación de Acámbaro (Argueta Saucedo , 4), remodeló el puente del ferrocarril nacional para que pudiera desfogar el agua y desalojó las viviendas del cauce; aconsejando una vez más a la reforestación de la zona para evitar este tipo de desastres (De Quevedo, 1943, 61).



Figura 4
Puente del Ferrocarril Nacional en Acámbaro, Guanajuato, México (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)

El constructor

Además de realizar, proyectar y supervisas grandes proyectos de infraestructura, Miguel ángel de Quevedo también incursionó en la construcción. Al respecto el ingeniero consideraba que los preceptos de la arquitectura, el arte de construir, no podían faltar en la formación y el oficio del ingeniero, «suprimir la enseñanza de la Arquitectura a los Ingenieros es condenarlos a mal construir, a construir con fealdad, o sin gusto o arte» (de Quevedo, 2012, 118). De igual forma siempre se interesó por resolver los problemas técnicos con eficiencia y con soluciones que consideraba las más avanzadas de la época, utilizó patentes



Figura 3
Fábrica de Hilados y Tejidos de Santa Rosa, Veracruz, México (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)

extranjeras como el concreto armado del sistema Hennebique.[3]

Sus primeras obras fueron el Asilo de Ancianos «El Buen Retiro» en memoria de Agustín Cerdán, empresario con el que trabajó en Veracruz, ubicado en la Colonia de los Doctores y los Talleres del Palacio de Hierro en el extremo sur de la calle Necatitlán cercana a la Garita de San Antonio Abad y el viejo rastro de la ciudad de México.

Con Ernesto Pugibet, en la Fábrica de cigarros «El Buen Tono», dirigió las obras de ampliación. Su trabajo no se limitó a la construcción, sino que también implementó medidas de aseo para las trabajadoras, y



Figura 5
Asilo de Ancianos «El Buen Retiro» (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)

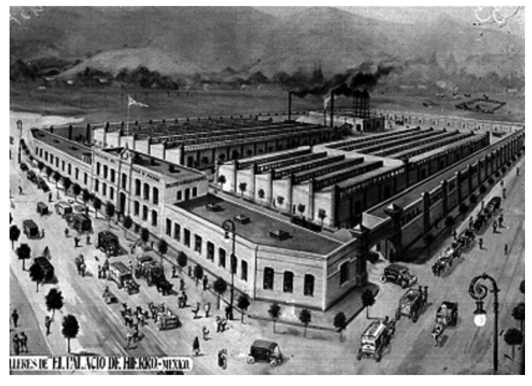


Figura 6
Talleres del Palacio de Hierro (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)



Figura 7
Fábrica de cigarros «El Buen Tono» (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)



Figura 8
Nuestra Señora de Guadalupe del Buen Tono (Fuente: Instituto Nacional de Antropología e Historia)

puso un aspirador de turbina para evitar una atmósfera irrespirable (De Quevedo, 1943, 20). El ingeniero siempre mezclaba su trabajo cotidiano con la implementación de ideas de otras disciplinas en este caso la higiene. Con este empresario, también construyó el Templo de de Nuestra Señora de Guadalupe del Buen Tono, monumento histórico nacional, y dirigió la construcción de laColonia moderna de la Mascota,[4] en la calle de Bucarelli, construidas ambas obras en la ciudad de México (De Quevedo, 1943, 53).

También incursionó en el diseño de fraccionamientos, con Mac Artur Steevar, fraccionó los terrenos del Tívoli del Eliseo, donde propuso la apertura de una calle para conectar la calle Puente de Alvarado y Ejido del Sur. Construyó en este fraccionamiento las casas de Francisco Vázquez Gómez, Luis Lam, Luis Galván, Francisco Vizcaíno y Jesús Gracia; todos connotados empresarios y actores influyentes en la vida de la Ciudad de México. Preocupado por la mala calidad del terreno y para proteger la cimentación, construía un drenaje perimetral con tubos que recogen las aguas del contorno, para evitar el asentamiento de las casas en el terreno cenagoso (De Quevedo, 1943, 22–23).

En 1893 incursionó en el terreno de la rehabilitación de edificios, en los teatros El Principal y El Nacional para revertir los daños producidos por un temblor. En el Teatro Nacional estableció «enhuacalados de madera, fuertes pilares contra los muros rajados» y así apuntaló «las armaduras de madera de la gran techumbre», enhuacaló «también los intermedios de esos pilares para aligerar la carga sobre los propios

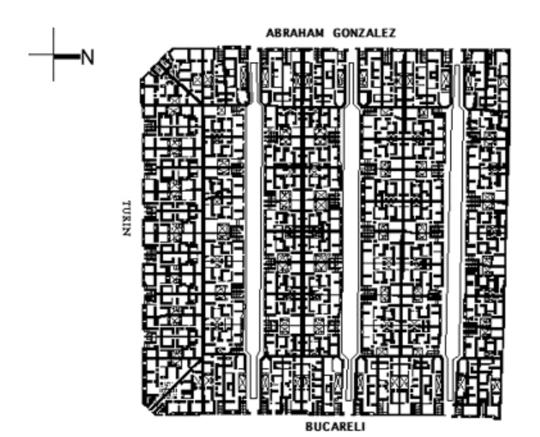


Figura 9
Plano arquitectónico del Conjunto Mascota (Fuente: Instituto Nacional de Antropología e Historia)



Figura 10
Demolición del Tívoli del Eliseo (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)



Figura 11
Edificio de las Fábricas Universales (Fuente: Instituto Nacional de Antropología e Historia)

muros», para después, «reparar las cuarteaduras de los dichos altos muros» que reforzó «con contrafuertes de mampostería» y quedó así el escenario «semejante al del Gran Teatro de la Escala de Milán», que había visitado en sus viajes por Italia (De Quevedo, 1943, 25).

También fue constructor del anexo del Palacio de Hierro, Almacén de las Fábricas Universales (esq. 5 de febrero y Venustiano carranza) y el Banco de Londres, donde utilizó el sistema de concreto armado patente de Hennebique. Cabe destacar que todos estos edificios son monumentos históricos, patrimonio construido del siglo XX (De Quevedo, 1943, 27).

En 1897 continúa con la construcción de grandes conjuntos fabril es como la fábrica de Santa Rosa en Veracruz, en las que incorpora «amplias dependencias de habitación, comedor y extenso corredor para el personal de empleados», levantó también la Iglesia y formó parques arbolados; aplicando una vez más los conceptos de higiene y de orden urbano (De Quevedo, 1943, 32). La obra concluyó en 1900.



Figura 12
Edificio del Banco de Londres (Fuente: Instituto Nacional de Antropología e Historia)

El ambientalista

Desde su formación el ingeniero de Quevedo, estuvo en contacto con las ideas de higiene. Sin embargo su vocación por la conservación del ambiente, pensada como un factor fundamental para el bienestar del ser humano surgió y se reafirmó cuando asistió a los Congresos Científicos de Higiene Urbana y Problemas de Urbanismo, en la Gran Exposición Universal de París en 1900.[5]

Entre las conclusiones de los congresos que más impactaron a de Quevedo, fue que la emigración de la población rural a las ciudades como resultado de los rápidos y económicos nuevos medios de transporte, crecería hasta tener pronto millones de habitantes; y como medida para evitar que las ciudades fuesen malsanas, debían tener Jardines o Parques Públicos en proporción no menor del 15% del área urbana



Figura 13
Fábrica Santa Rosa, Veracruz, México (Fuente: Fototeca Nacional del Instituto Nacional de Antropología e Historia)

(Revolución y Paternalismo Ecológico: Miguel Ángel de Quevedo y la política forestal en México, 1926–1940, 2007, 99). A su regreso a la ciudad de México, en 190, ingresó al Ayuntamiento de la capital como Regidor de Obras públicas, en ese momento inició su campaña para dotar a la ciudad de México de jardines y arboledas; que a la larga se convirtió en una misión de vida, hasta llegar a ser considerado el apóstol del árbol.

Parte fundamental en su labor forestal fue el vivero de árboles y plantas floridas de Coyoacán, fundado en el rancho de Panzacola adquirido desde 1893, por sus propios medios. En estos viveros reprodujo distintas plantas y semillas, tanto locales como las que traía de sus múltiples viajes alrededor del mundo. La reproducción de especies se realizaba pensando en su utilidad, así, reproduce árboles que consolidaban el terreno, también arbustos y pasturas que desalinizaban la tierra.

La inspiración por importar especies se consolidó en 1907, cuando asistió al 2° Congreso Internacional de Higiene y problemas del Urbanismo, celebrado en Berlín, donde se trataron temas de ingeniería sanitaria y cuestiones forestales; que enriquecieron más sus conocimientos multidisciplinarios. En este congreso también se propuso que los contornos de las ciudades debían tener una zona protectora forestal de 10 kilómetros sin pantanos o aguas estancadas para mejorar las condiciones de vida de los habitantes (De Quevedo, 1943, 45).

Es en esta misma época que dona los Viveros a la nación. Visita en este mismo viaje Viena, Trieste y Miramar en Austria, en este último protegen al puerto con árboles importados de México y la también corrigen el torrencial del río Bourdoux. Vista también Argelia, donde la fijación de los médanos del desierto del Sahara, Túnez y Marruecos que se hacen con pinos y cembroides, especies de las cuales trae semillas para México (De Quevedo, 1943, 44).

En 1930 reforesta los médanos de Mazatlán y Colima (De Quevedo, 1943, 62), para evitar que las bahías se obstruyeran por los arrastres ocasionados por las lluvias en los cerros deforestados, para ello propone reforestar los médanos con roble de río (Casuarina cunninghamiana).

El ingeniero de Quevedo complementó su formación en puentes y calzadas, con conceptos de higiene aplicados a la ciudad, enriqueció también su formación con viajes donde conoció de primera mano soluciones prácticas para problemas de ingeniería resueltos con la ayuda de la botánica, conocer especies de árboles y plantas que resuelven problemas específicos del medio.

El educador y escritor

Para Quevedo, la finalidad de la Ingeniería es procurar por sus estudios, inventos, proyectos, obras y actividades en general; el bienestar y el mayor número de satisfacciones y progreso material del individuo y de las colectividades. A pesar de los grandes logros y avances conseguidos en el desarrollo del país por la labor de los ingenieros, consideraba que estas actividades se realizaban dejando fuera el correcto aprovechamiento de los recursos naturales, particularmente los recursos forestales. Por ellos siempre se preocupó por divulgar sus conocimientos a través de importantes escritos que abundaron en el quehacer de los ingenieros de su época.

Algunos de sus textos más importantes fueron:[6]

- Memorias sobre el desagüe del Valle de México (1889).
- Espacios libres y reservas forestales de las ciudades (1911).
- El problema de la deforestación en México. Solución práctica del mismo (1924).
- La riqueza forestal de México y su conservación (1925).
- La función social del ingeniero en el aprovechamiento de los recursos naturales (1926).
- La preponderante influencia de la vegetación forestal en el equilibrio de las condiciones biológicas del medio adecuado para la vida humana (1926).
- La importancia y el porvenir de la carrera de ingeniero forestal (1929).
- El subsuelo de la Ciudad de México y los procedimientos del a cimentación de los edificios (1941).

Muy destacado el escrito de espacios libres, que es verdaderamente un manual de urbanismo para la creación de una ciudad no solo moderna, sino bella e higiénica; donde propuso que los espacios libres tienen que estar arbolados para que el aire de la ciudad se mantenga limpio. Esboza el concepto de sostenibi-

lidad, es «imperiosa la necesidad de planear para conservar bosques, aire y agua, en ese momento y para las generaciones posteriores. Conservar las reservas forestales y los árboles garantizaba la seguridad y la salubridad de las ciudades del futuro» (Arias Montes, 2012, 41).

Su propuesta para la creación de la carrera de ingeniero en el aprovechamiento de los recursos naturales, es sólo la continuación de lo que ya había realizado antes en su Escuela Forestal de México,[7] donde se preocupó por traer botánicos extranjeros y a los estudiantes se les daban prácticas en los Viveros y otros Parques Nacionales. Para de Quevedo, «la finalidad de la Ingeniería es procurar y lograr el bienestar del individuo y la colectividad, tiene que proceder en su actuación de manera a evitar la ruina de determinados elementos indispensables para dicho bienestar», hay que detener «el despilfarro o dilapidación de los valiosos recursos forestales que han sido arruinados por acción directa de las mismas empresas o labores de la Ingeniería» (Arias Montes, 2012, 120).

Creó el Museo de la Flora y de la Fauna nacionales, en los edificios del Pabellón Nacional y La Administración. También impulsó la creación de campos deportivos a las poblaciones rurales para proporcionar sano divertimento (De Quevedo, 1943, 69,76).

Es así que Miguel Ángel de Quevedo también tuvo injerencia directa en la formación de profesionales de Ingeniería que tendrían un cuidado más respetuoso de los recursos naturales, educando a los futuros constructores del país.

El actor político

Uno de los aspectos más importantes de la vida y labor de Miguel Ángel de Quevedo fue que pudo llevar cabo sus ideas en forma plena y profesional, sin embargo, su trascendencia se debe a que pudo involucrar sus ideas de higiene y conservación forestal en acciones desde el gobierno local y luego también en el federal para el mejoramiento de la construcción de las ciudades del país.

Su carrera política se inició en 1893, cuando formó parte del Consejo Superior de Salubridad de la Ciudad de México, donde tuvo injerencia en el Código Sanitario, en la creación del Consejo y Autoridad Sanitaria Autónoma que dio pie al Departamento Autónomo de Salubridad (De Quevedo, 1943, 25–27).

Más adelante, como regidor de Obras Públicas en 1901, exigió a las «modernas colonias del sur», Americana, Roma y Condesa, formar amplias avenidas en diagonal y banquetas de anchura no menor de 5 metros, donde se podrían plantar árboles, también creó la Avenida de los Insurgentes que luego dotó con bellas arboledas. Una medida por demás llamativa fue que obligó a la Compañía del Alumbrado Eléctrico y a las compañías de telefonía a establecer sus líneas de transmisión en ductos cerrados, bajo las banquetas o calzadas (De Quevedo, 1943, 36); siendo esta una medida un precedente para la imagen urbana de la ciudad.

Como parte de su rescate de las plazas de la ciudad, desalojó 34 plazuelas de circo, zarzuela y materiales de las obras públicas, en estos espacios urbanos antes desperdiciados puso prados con algunos árboles y bancas, tomando en cuenta lo que había conocido en Londres y París.

Desde Diciembre 1901, en el marco del Primer Congreso de Meteorología y Climatología en la ciudad de México, presentó el informe «La conveniencia de que se lleven a cabo los estudios y exploraciones de las diversas cuencas hidrográficas del Territorio Nacional y se provea a la conservación forestal de las mismas, dictando las leyes necesarias a esos fines», que fue ampliamente rebatido y por supuesto abandonado. En 1901, apoyó la creación de la Junta Central de Bosques, bajo la jurisdicción de la Secretaría de Agricultura y Fomento, se crearon juntas filiales en cada capital estatal para emprender en toda la República la campaña de protección Forestal. Las juntas locales con más éxito fueron las de Jalisco, Puebla, Tepic y Veracruz. Por la devastación producida por el establecimiento de plantas hidroeléctricas, gestionó la expedición de una Ley Forestal, que al final no consigue expedir, pero logró tener injerencia a través de las juntas locales (De Quevedo, 1943, 38–39).

Con el gobierno de Francisco I. Madero,[8] en plena Revolución, prosigue con la campaña forestal, reforesta los lomeríos de Santa Fe y Cuajimalpa, la zona norte del lago de Texcoco, los bosques de pradera de San Juan de Aragón, implementa las arboledas del Canal del Desagüe, crea el Vivero de Santa Clara y el bosque de Nezahualcóyotl en San Cristóbal. Como medida para recuperar para el cultivo los terrenos desecados del lago de Texcoco, propone sembrar pastos salinos (De Quevedo, 1943, 42). En 1908 (De Que-

vedo, 1943, 41) logró el saneamiento de Veracruz como miembro del Consejo Superior de Salubridad y Jefe de la Sección de Ingeniería Sanitaria. Esto se consiguió a través de la desecación de la Laguna de los Cocos, que convirtió en vivero y con la producción de pino de Australia, también fijó los médanos del contorno de la ciudad, utilizando también hierbas rastreras y carrizo, aplicando una vez más sus amplios conocimientos y práctica en la disciplina de la botánica.

En el constituyente de 1917, durante el gobierno de Venustiano Carranza,[9] sugirió incluir preceptos relativos a la conservación de los recursos naturales biológicos de la flora y la fauna, basado en resoluciones aprobadas por la Convención de Conservación de los Recursos Naturales de Norteamérica, celebrada en Washington en febrero de 1909. [10] En 1922 fundó la Sociedad Forestal Mexicana (Castañeda Rincón, 2006).

El presidente Lázaro Cárdenas[11] lo invitó a presidir el Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca, donde llegó a su apogeo de su labor en el ramo forestal. Inició su actuación con la expedición de decretos presidenciales para la creación de los Parques Nacionales de las principales montañas. A partir de 1935, auspició la creación de 39 parques nacionales que cubren una extensión de aproximadamente 650,000 hectáreas de bosques de pino y encino distribuidos en 17 de los estados más densamente poblados del centro del país (Castañeda Rincón, 2006). Se concentró en las montañas porque requieren por su gran declive estar cubiertas de bosques para evitar su erosión y para mantener los manantiales los cursos de agua y las lagunas que constituyen el sistema hidrográfico del territorio (De Quevedo, 1943, 64–65). La selección de áreas para la creación de parques nacionales, como figura de conservación dominante en ese tiempo, se hizo a partir de tres criterios principales; tener un gran atractivo paisajístico, constituir un potencial recreativo y poseer importancia ambiental para las ciudades próximas. Las áreas selváticas, semidesérticas y desérticas del país no fueron objeto de tal apreciación (Castañeda Rincón, 2006).

Un aspecto interesante de la vida de Miguel ángel de Quevedo, fue que se ocupó de la conservación del patrimonio cultural del país, a él se debieron gestiones que permitieron la conservación del palacio municipal de Veracruz y del baluarte de Santiago, que el gobierno de Venustiano Carranza pensaba destruir.

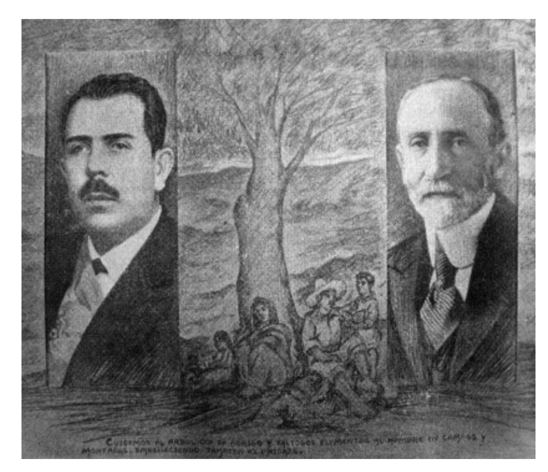


Figura 14
Lázaro Cárdenas y Miguel Ángel de Quevedo (De Quevedo, 1943, 88)

Durante el gobierno de Lázaro Cárdenas, siguió con los esfuerzos de conservación consigue la declaración del Parque Nacional «El Histórico Coyoacán» en 1938, donde consiguió la protección tanto de la naturaleza como del patrimonio construido del lugar,[12] estableciendo un interesante predecesor para el ahora llamado patrimonio mixto. En este mismo rubro estableció el Museo Cortesiano en la casa de la Malinche, en la misma población (De Quevedo, 1943, 81).

Su legado

Miguel Ángel de Quevedo falleció en 1946 (Arias Montes, 2012, 10), este ingeniero civil, también fue pionero en estudios científicos y propuestas de saneamiento y embellecimiento urbano en la ciudad de México, fue un conservacionista del medio ambiente, participante activo de la vida política del país y de la vida académica de su gremio; también fue constructor de edificios de distinta índole de gran valor arquitectónico para el patrimonio cultural de la nación. Su labor y formación nos confronta con la actual formación de los profesionistas de la construcción, cada vez más especializados y cada vez menos involucrados en temas aparentemente ajenos a esta labor. Dejó un ejemplo como vanguardista en diversas índoles, siempre buscando garantizar la conservación y la creación de una

mejor ciudad; y sobre todo como un ciudadano ejemplar involucrado en el mejoramiento de su labor como constructor de edificios, mejores ciudades, un mejor medio ambiente y un mejor futuro.

Notas

Proyecto de Investigación: UNAM DGAPA PAPIIT IN 404616 «Ingenieros de formación, arquitectos de vocación. Su aportación a la arquitectura en México (2a parte)».

1. La Revolución Mexicana fue un proceso social, armado, que duró diez años, entre 1910 y 1920. Varios estudios señalan que hubo brotes importantes desde 1890 y que hubo rebeliones después de 1920, se considera que la última guerra de este movimiento fue en 1927. (Trujillo Bautista, 2009, 101).
2. Fue un empresario de origen francés que fue administrador de la cigarrera "El Buen Tono", tuvo una gran amistad y relación laboral con de Quevedo, juntos emprendieron diversos proyectos de construcción (Romero Ibarra, y otros, 2006, 83–106).
3. El contratista franco-belga François Hennebique (1842–1921) hacia 1890 puso a punto un sistema de construcción con hormigón armado y fundó una empresa para explotarlo comercialmente. En 1886 había registrado en Bélgica su primera patente por un "Sistema de forjados tubulares de hormigón reforzado con elementos de hierro", a la que siguieron diversas mejoras y nuevas aplicaciones en los años siguientes - columnas, pilares, cimentaciones, pilotes … - hasta poner a punto un sistema integral de edificación con el nuevo material que en seguida encontró muy buena aceptación (Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, 2010) y que Miguel Ángel de Quevedo aplicó en México.
4. Este conjunto habitacional de departamentos, que aún existe y es también Monumento Histórico considerado patrimonio del siglo XX. Fue construido con una estructura prefabricada y armada en el lugar, técnica innovadora de su tiempo. Los apartamentos cuentan con uno o dos patios interiores, e incluso sótanos. Cuentan con espacios para sala, comedor, salón para televisión o juegos. (Páramo, 2012).
5. En esta exposición México tuvo gran participación a través del gobierno de Porfirio Díaz (de Mier, 1901).
6. Todos estos escritos se encuentran recopilados en (Arias Montes, 2012 págs. 45–152).
7. Como parte de un plan ambicioso de establecer la silvicultura científica en México, usó sus contactos en Europa para reclutar a cinco ingenieros forestales franceses que aceptaron organizar el primer servicio forestal y Escuela Forestal de México, ambos operados en y alrededor de la ciudad de México entre 1910–1914. (Revolución y Paternalismo Ecológico: Miguel Ángel de Quevedo y la política forestal en México, 1926–1940, 2007, 100)
8. Su gobierno tuvo como duración de 1911 a 1913, en un ambiente político y social cargado de violencia. (Presidencia de la República, 2013).
9. Gobernó de 1914 a 1920, cuando se terminaron las guerras de la Revolución Mexicana y se promulgó la Constitución Política que aún rige al país. (Presidencia de la República, 2013).
10. El principio de la conservación de los recursos naturales en general, fue incorporado en 1917 a la Constitución Política, en relación con el profundo cambio que ella estableció respecto del sistema de propiedad, y más específicamente con la idea de función social de la propiedad privada que consagró, en sustitución de la hasta entonces vigente idea de la propiedad privada, como un derecho tradicional. (Vargas Hernández).
11. Gobernó México de 1934 a 1940, impulsó la expropiación petrolera. (Montes de Oca Navas, 1999, 5).
12. La declaratoria considera que la población de Coyoacán tiene una interesante historia nacional por haber sido la primera población del interior donde estuvieron establecidos los Poderes del Gobierno Nacional, fue también asiento de la población indígena; también establece que es de interés nacional la conservación del lugar porque encierra tradiciones históricas, a través de sus viejos edificios, destacando su buen clima y belleza natural; y también por ser cuna de la obra de reforestación. (Cárdenas, 1938).

Lista de referencias

AAVV. 1996. *La Ingeniería Civil Mexicana un encuentro con la historia*. México: Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.

Argueta Saucedo, Gerardo. *Historia del municipio de Acámbaro*. Estado de Guanajuato. Sitio Oficial del H. Ayuntamiento de Acámbaro. [En línea] [Citado el: 3 de mayo de 2017.] https://www.acambaro.gob.mx/cronica_municipal/acambaro_historia.pdf.

Arias Montes, J. Víctor, et.al. 2012. *Miguel Ángel de Quevedo Urbanismo y Medio Ambiente Escritos de 1889 a 1941*. México: Facultad de Arquitectura de la UNAM; División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-Azcapotzalco, 2012.

Boyer, Christopher R. y Lucrecia Orensanz. 2007. Revolución y Paternalismo Ecológico: Miguel Ángel de Quevedo y la política forestal en México, 1926–1940. *Historia Mexicana*, 57: 91–138.

Cárdenas, Lázaro. 1938. *Decreto que declara Parque Nacional «El histórico Coyoacán», los terrenos de esta población*. Diario Oficial de la Federación. [En línea] 26 de septiembre de 1938. [Citado el: 9 de marzo de 2017.] http://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4438551&fecha=26/09/1938&cod_diario=187192.

Castañeda Rincón, Javier. 2006. Las áreas naturales protegidas de México, de su origen precoz a su consolidación tardía. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea] 1 de agosto de 2006. [Citado el: 25 de marzo de 2017.] http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218–13.htm.

Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo. 2010. *Hormigón armado en España 1893–1936. Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas*. [En línea] 2010. [Citado el: 2017 de febrero de 4.] http://www.cehopu.cedex.es/hormigon/temas/C42.php?id_tema=79.

de Mier, Sebastián B. 1901. *México en la Exposición Universal Internacional de Par*ís 1900. París: Imprenta de J. Dumoulin.

De Quevedo, Miguel Ángel. 2012. La función social del Ingeniero en el aprovechamiento de los Recursos Naturales. En [aut. libro] J. Víctor, et. al. Arias Montes. *Miguel Ángel de Quevedo Urbanismo y Medio Ambiente. Escritos de 1889 a 1941*. México: UNAM, Facultad de Arquitectura: UAM unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño.

De Quevedo, Miguel Ángel. 1943. *Relato de mi vida*. México.

Domínguez Pérez, Olivia. 1990. El Puerto de Veracruz: la modernización a finales de Siglo XIX. En *Anuario VII*. Veracruz: Centro de Investigaciones Históricas; Instituto de Investigaciones Humanísticas; Universidad Veracruzana.

Herrera, Graciela. 1987. Ingenieros en la Revolución. En *Ingenieros en la independencia y la revolución*. México: UNAM; Sociedad de Ex Alumnos de la Facultad de Ingeniería.

Montes de Oca Navas, Elvia. 1999. *Presidente Lázaro Cárdenas del Río, 1934–1940. Pensamiento y acción*. Documentos de Investigación. El Colegio Mexiquense, A.C. [En línea] 1999. [Citado el: 21 de abril de 2017.] http://www2.cmq.edu.mx/libreria/index.php/publicaciones/distribucion-gratuita/docum-investigacion/165–di0310149/file?accept_license=1.

Páramo, Arturo. 2012. *Cien años de ser un ejemplo*. Sitio Web del Periódico Excélsior. [En línea] 20 de octubre de 2012. [Citado el: 2017 de marzo de 6.] http://www.excelsior.com.mx/2012/10/20/comunidad/865351.

Presidencia de la República. 2013. Presidencia de la República. [En línea] 22 de febrero de 2013. [Citado el: 24 de mayo de 2017.] https://www.gob.mx/presidencia/articulos/francisco-i-madero-1873–1913.

Presidencia de la República. 2013. Presidencia de la República. [En línea] 29 de diciembre de 2013. [Citado el: 10 de mayo de 2017.] https://www.gob.mx/presidencia/articulos/natalicio-de-venustiano-carranza.

Romero Ibarra, Eugenia; Mario Contreras Valdez y José Méndez Reyes. 2006. *Poder público y poder privado: gobierno, empresarios y empresas 1880–1980*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Economía.

Trujillo Bautista, Jorge Martín. 2009. El ejido, símbolo de la Revolución Mexicana. En *Problemas sociales y regionales en América Latina. Estudio de casos,* editado por Márcia Cardim. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

Vargas Hernández, José Manuel. *La legislación mexicana en materia ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. [En línea] [Citado el: 14 de abril de 2017.] http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/398/vargas.html.

Contratos y peritajes de los siglos XIV al XVI en la ciudad de Girona

Miquel Àngel Chamorro
Elena Vilagran

Las fuentes archivísticas de las que disponemos en la ciudad de Girona han aportado a lo largo de los años una información muy valiosa sobre los agentes que intervinieron en la construcción gótica y tardo gótica en la ciudad de Girona. En este trabajo analizaremos dos tipos de documentos que nos aportan una información relevante sobre la construcción medieval en la ciudad de Girona en el periodo comprendido entre los siglos XIV y XVI. El primer grupo de documentos son los contratos realizados entre los maestros constructores y los promotores de la obra en cuestión y, el segundo grupo corresponde a los peritajes o visuras. Como veremos en detalle a lo largo de este análisis estos documentos nos aportan información sobre los maestros de obra, sueldos de los diferentes agentes que intervienen en ella, materiales utilizados, soluciones técnicas para solventar problemas de estabilidad estructural, etc.

Respecto al primer grupo de documentos analizaremos contratos de obra referente a las dos grandes fábricas de la ciudad, la catedral de Santa María y la actual basílica de San Félix y también algunos referentes a obras menores para observar sus diferencias. En cuanto al segundo grupo además de dos interesantes peritajes para continuar las obras en el campanario de la iglesia de San Félix en el siglo XVI (figura 1) repasaremos, brevemente, las consultas realizadas en los años 1368 y 1416 para la continuación de la catedral de Girona en una sola nave o en tres.

Los contratos de obra

Hemos titulado este apartado como contratos de obra aunque en algunos casos más que un contrato se trata de una capitulación. Esta era la forma habitual de registrar los acuerdos entre los maestros de obras o maestros canteros y los responsables de los cabildos o colegios eclesiásticos. Estas capitulaciones no dejan de ser un contrato donde a través de unas disposiciones o clausulas cada una de las partes se compromete a respetar los acuerdos firmados para la realización de un edificio u obra determinada. En todas estas capitulaciones aparecen como en los contratos sueldos a cobrar o pagar, plazos de pago, obras o elementos constructivos a ejecutar, plazos de ejecución, etc.

Los contratos para las grandes obras religiosas

Para analizar esta serie de contratos lo haremos por orden cronológico. De esta forma podremos observar si estos contratos han ido cambiando con el paso del tiempo o por el contrario se han ido repitiendo formulas y contenidos.

El primer contrato que me gustaría destacar – aparece como una capitulación – es el que firman el maestro Pere Sacoma y el cabildo de la colegiata de San Félix de Girona para la ejecución del campanario del citado templo.[1] Esta capitulación firmada el 5 de septiembre del año 1368 nos indica que este

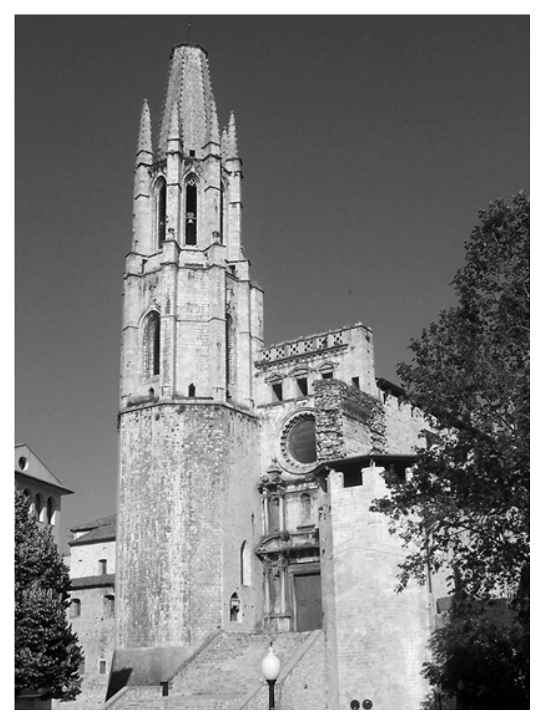


Figura 1
Fachada iglesia de San Félix de Girona (M.A. Chamorro)

maestro de obra ya estaba trabajando en un proyecto muy importante como era la construcción de un puente de piedra sobre el rio Ter. En el contrato se le permite ausentarse cuando esté trabajando en este puente siempre y cuando al menos comparezca una hora en la obra del campanario y deje a un encargado al mando. El contrato especifica que el maestro Sacoma cobrará 4 *sous* diarios además de una pensión anual de 140 *sous* y que deberá evitar gastos innecesarios.[2] El maestro se encargará de la adquisición de los materiales procurando por su calidad y también estará al cargo de las herramientas a utilizar.[3] Para ejecutar el citado campanario se seguirá la traza dibujada por el propio maestro (figura 2) que afortunadamente se conserva actualmente en el Archivo Diocesano de Girona.[4]

Otro de los contratos importantes es el firmado el 18 de marzo de 1417 entre el obispo y cabildo de la catedral de Santa María de Girona y el maestro Antoni Canet para continuar la catedral de Girona con nave única.[5] Recordemos que el maestro intervendrá en la famosa consulta de 1417 abogando por la continuación de la catedral en una sola nave. En este contrato aparece el maestro citado como *mestre de ymatges*, o sea escultor, y ciudadano de Barcelona. En el contrato se establece que el maestro se desplace a la

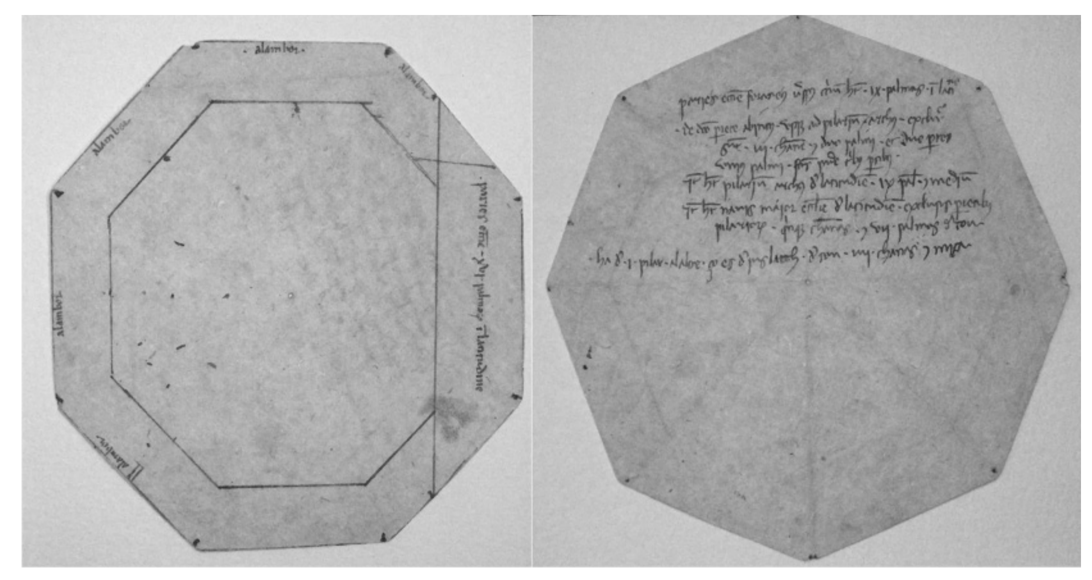


Figura 2
Plano del campanario de la iglesia de San Félix de Girona realizado el año 1368 por Pere Sacoma (M.A. Chamorro)

ciudad de Girona donde debe establecer su domicilio y se especifica que no se podrá ausentar ni trasladar de este a no ser que obtenga la licencia del obispo y del cabildo. Curiosamente, el contrato lo especifica expresamente, el maestro de obra hasta el nombramiento de Antoni Canet, Guillem Boffy continuará ostentando el cargo de maestro mayor. El nuevo maestro de obras cobrara 5 *sous*, 6 *diners* por cada día trabajado en la catedral y percibirá una pensión de 50 *flor*íns anuales a cobrar cada 4 meses. El maestro se compromete a ejercer su maestría convenientemente y de la mejor manera para que la ejecución de la obra, en una sola nave, continúe a la perfección (figura 3).

El siguiente contrato que nos interesa analizar, por estar sumamente detallado, es el del maestro Julià Julià – lo encontramos también trabajando en la catedral de Girona –, los obreros de la iglesia de San Félix y la ciudad de Girona para realizar los dos últimos tramos de bóvedas a los pies del templo en fecha 29 de septiembre de 1489.[6] En este contrato el maestro aparece citado como cantero y maestro mayor de la catedral de Girona. Julià Julià recibirá 1400 *lliures* de moneda corriente de Girona de la siguiente forma: una vez acabados los ventanales de la pared norte 200 *lliures*, una vez ejecutadas las tres paredes y una clave de bóveda 700 *lliures*, una vez acabada la segunda clave 300 *lliures* y una vez acabada la totalidad de la obra recibirá 200 *lliures*. En el contrato estas cantidades se citan de forma acumulada o sea, 200, 900, 1200 y 1400 *lliures*. Se cifra el tiempo de duración de la obra en 8 años. Con la cantidad recibida el maestro deberá pagar a todos los obreros que trabajaran en la ejecución de la obra y proveerse del material necesario para su construcción. La pared sur y norte deberá estar fortificada, deberá ejecutar el triforio tal y como aparece en la parte ya ejecutada, la nueva fachada que se realizara con piedra no tallada – se derribara la existente ya que quedaría en el interior de la nueva iglesia – deberá tener un rosetón de 26 a 30 palmos.[7] Además el maestro deberá finalizar el tejado a dos vertientes siguiendo la tipología del existente en el resto del templo. Por otra parte Julià Julià deberá levantar pared y realizar un tejado sobre la capilla de la Virgen Maria de los Ángeles, en la parte sur del templo, siguiendo la tipología ya realizada en la parte norte – superficie ochavada – donde se eleva el campanario iniciado por el maestro Pere Sacoma en el año 1368. En la parte norte deberá reparar los desperfectos ocasionados, si los hubiera, en el encuentro de la pared nueva de la iglesia y el campanario existente. Finalmente el maestro deberá acabar el pavimento de la iglesia y no estará obligado a reparar el pavimento de la calle que da al portal de mediodía. El maestro deberá derruir las paredes y todos aquellos elementos preexistentes que sea necesario para la continuación de las obras y podrá reutilizar este material una vez desescombrado. Además los obreros de San Félix pondrán a disposición de Julià Julià cualquier material – en el contrato aparece la madera y las cuerdas –, herramienta o máquina – se cita la rueda – que se encuentren en la iglesia para la

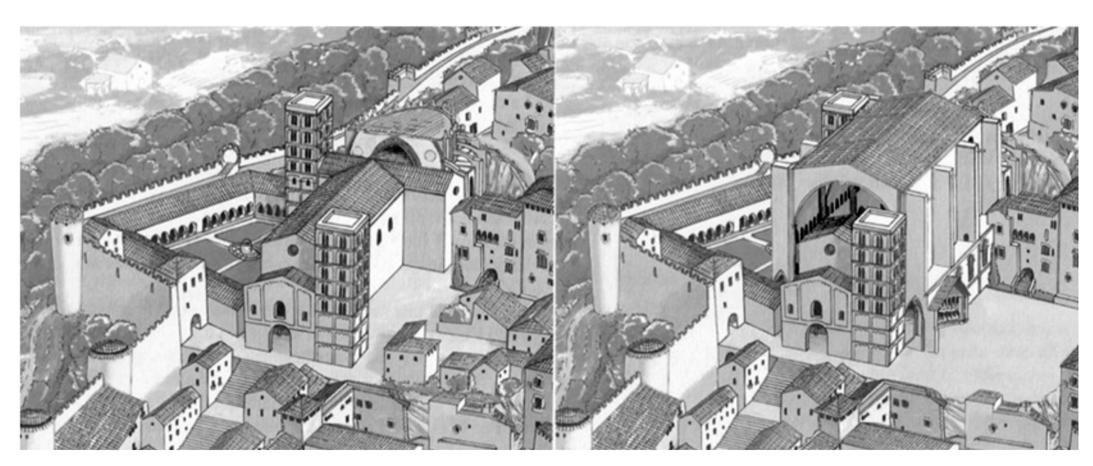


Figura 3
Ejecución de la nave única de la catedral de Girona conservando las estructuras románicas (Freixas 2000)

ejecución de la nueva fábrica. Es interesante resaltar que en el contrato aparece una disposición donde no se hace responsable a los herederos de Julià Julià de la finalización de la obra, a no ser que ellos se ofrezcan a acabarla, sino que se elegirán a nuevos maestros. Eso sí, la parte no ejecutada no se cobrará. Además, si la obra finalizará antes de los 8 años el maestro Julià Julià quedaría libre para contratar cualquier otra obra. Esto nos hace pensar que el maestro debía tener una edad avanzada de aquí la incorporación de esta cláusula. El contrato acaba con una especie de aval donde los obreros de San Félix y el maestro ponen a disposición de la parte contraria todos sus bienes muebles, inmuebles y sus emolumentos en caso de incumplimiento del contrato.

Como último contrato de este apartado analizaremos el contrato datado en el año 1532 para la continuación del campanario gótico de la iglesia de San Félix de Girona iniciado por Pere Sacoma.[8] En este contrato los obreros de este templo encargan la continuidad del campanario al maestro Joan de Belljoch, maestro mayor de la catedral de Girona (figura 4). El encargo consistía en levantar un nuevo cuerpo del campanario de una longitud de 7 canas (el correspondiente al primer nivel de campanas). Por el gobierno, regimiento y administración de esta fábrica el maestro recibiría la cantidad de 50 *lliures* barcelonesas. Al inicio de las obras el maestro recibiría 5 *lliures*, una vez la piedra tallada y ubicada al pie de la iglesia recibiría 15 *lliures*, al iniciarse las tareas de colocación

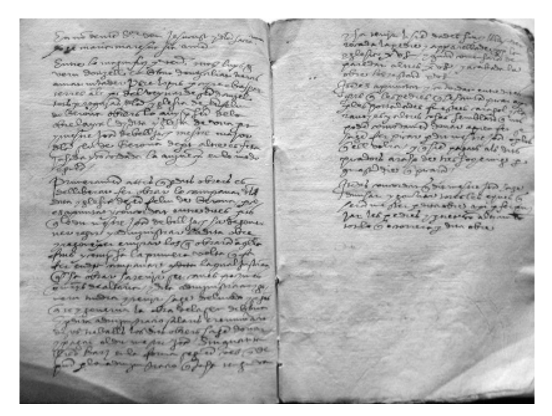


Figura 4
Contrato con Joan de Belljoch para continuar el campanario de la iglesia de San Félix de Girona (M.A. Chamorro)

de la piedra recibiría 15 libras y el resto, 15 *lliures*, las recibiría una vez acabado el trabajo. Se especifica que aquellas piezas que por su forma no puedan ser cobradas a destajo – piezas para portaladas, ventanales, escalera de caracol, lucernarios u otras piezas – se abonaran a razón de 3 *sous*, 6 *diners* per cada día de elaboración al maestro de obra o al cantero encargado de su fabricación. Joan de Belljoch se encargara así mismo de facilitar todas las herramientas y maquinaria necesaria para la buena ejecución de la obra.

Contratos para obras menores

Aunque también se trata de una obra religiosa, el primer contrato que incluimos dentro de este grupo es el del maestro de casas de Girona, Joan Parer con el caballero Joan Sarriera, vecino y parroquiano de la iglesia de San Miguel (posteriormente Santa Maria) en el barrio de Palau. [9] Este contrato fue firmado el 9 de septiembre de 1495. El maestro cobrara por la realización de las obras 70 libras barcelonesas, 4 botas de vino y 4 *mitgeres* de trigo.[10] El primer pago se realizara al inicio de la obra donde el maestro recibirá 20 *lliures*, el vino y el trigo, el segundo pago consistirá en la mitad de lo restante, o sea 25 *lliures*, y al finalizar la obra las 25 *lliures* restantes. Se trata como indica en la primera disposición de ejecutar una iglesia mayor que la existente en el mismo lugar que ocupaba esta. Se especifica eso sí que se mantendrá la iglesia vieja hasta que se realice la bóveda de la nueva iglesia. Se haría de esta forma para poder mantener el culto en la iglesia vieja mientras se va construyendo la nueva. También se especifica que la nueva iglesia tendrá de largo 12 palmos y de ancho 10 palmos más que la vieja. El maestro se compromete a realizar unos buenos y fuertes cimientos. Las paredes se ejecutaran con piedra y cal buenas y fuertes. Estas tendrán en la parte baja 8 palmos y en la parte alta, hasta el encuentro con las bóvedas, 7 palmos. Se especifica que se derruirá toda la iglesia vieja excepto el campanario. El maestro se encargara de disponer todos los materiales necesarios para ejecutar la obra: piedra, arena y cal. La primera parte de la iglesia, los cimientos y la cabecera de la iglesia situada al norte, deberá estar acabada para el mes de noviembre de 1495 y la obra deberá estar acabada en el mes de septiembre de 1496. Como se puede observar por los plazos de ejecución no se trata de una obra de

gran envergadura.

El segundo contrato es el relativo a unas obras en la casa de Pons Esteban y su mujer Jaumina situada en la calle de la Galea. Según el contrato realizado el 30 de marzo de 1448 los encargados de realizar las obras serán los canteros de la ciudad de Girona, Bertomeu Foixa y Bartomeu Sanç.[11] Intervendrán en la zona porticada de acceso a la vivienda rehaciendo un arco mal ejecutado. El nuevo arco tendrá 35 palmos de luz y un intradós de 3 palmos de grosor. Este se ejecutara con piedra labrada y se dispondrán las ménsulas necesarios para situar las vigas del techo. Los canteros están obligados a aportar todo el material necesario como piedra, arena, cal, agua, encofrados, puntales así como cualquier elemento preciso para ejecutar la obra. El plazo de ejecución de la obra finalizara el 10 de mayo. Los canteros recibirán la cantidad de 3 libras barcelonesas. Finalmente en el contrato se establece una disposición en la que se obliga a los dos maestros a reparar posibles desperfectos que se produjeran en las viviendas colindantes como consecuencia de su negligencia en la ejecución de la obra nueva.

Los peritajes

Es bastante habitual en época medieval que una vez finalizada la ejecución de un edificio o elemento constructivo o cuando se debe continuar una obra de fábrica, se reúna a expertos maestros canteros o carpinteros para dar el visto bueno a la obra ejecutada o para decidir cómo continuar la nueva obra. El ejemplo más mediático, que veremos al final de este capítulo, es la famosa consulta de arquitectos de los años 1386 y 1417 para la continuación de la catedral de Girona en tres naves o en una sola nave. Con estos peritajes los propietarios del edificio en cuestión se aseguraban que su ejecución fuera correcta y por tanto que no tuvieran problemas de estabilidad.

Peritajes habituales

El primer peritaje a considerar es el solicitado por las monjas del monasterio de San Daniel (figura 5), encabezadas por su abadesa Francesca de Palau, a los más prestigiosos maestros canteros de la ciudad de Girona, Berenguer Cervia, maestro mayor de la catedral de Girona, Pere Cervia, Joan Cervia y Joan Thomas, maestros de casas, y a Monserrat Guinau, tejero.[12] La consulta se realizó el 4 de mayo de 1447 en referencia a la falta de estabilidad de la pared, se observaba un desplome importante, del monasterio situado en la parte este a causa de la realización de las nuevas bóvedas de la sala capitular, comedor y dormitorio. Los cinco peritos aconsejan la realización de 5 contrafuertes (*respatller*) en dicha pared para absorber el empuje de las bóvedas. Estos contrafuertes tendrían de grosor 6 palmos de cana de Girona, 11 palmos de anchura y tenían que remontar 4 palmos por encima de la pared existente. El primer contrafuerte se situaría próximo a la casa de Margarida Sa Riera. El segundo se levantaría a una distancia de 27 palmos del primero, el tercero a una distancia de 18 palmos del segundo, el cuarto a una distancia de 15 palmos del tercero y el quinto a una distancia de 25 palmos del cuarto. Además para descargar esta pared de su excesiva carga se propone colocar una biga o *cimal* atravesando dicha pared a modo de arriostramiento.[13] Esta biga se tenía que unir mediante pernos a la estructura de madera de la cubierta inclinada que iba perpendicular a esta biga.

Otro peritaje a analizar es el realizado entre la ciudad de Girona y los maestros de casas Pere Cipres, Joan Guilana, Jacob Valor, Jacob Cubies, Bernat Viçens, Antoni Puig, Bernat Andree, Pere Serra y Llorenç Puig para la ejecución de unos pilares en la plaza de la Galea datado el 4 de julio de 1448.[14] Se especifica que el pilar empezado en la parte sur lindando con la tienda de Clos tiene el grosor adecuado, 6 palmos, y que se debe continuar así. Cuando llegue a la altura del arranque de la bóveda se debe realizar un chaflán de un palmo y un cuarto. Desde el exterior del chaflán hasta el punto medio del arco debía haber 5 palmos. La altura del refuerzo del pilar mediante el chaflán y estacada tenía que ser de 9 palmos y des de aquí las dovelas del arco debían tener de 1 a 3 piezas amordazadas para hacer retomar el aplomado al arco junto con el refuerzo del pilar. Acaban diciendo que los trabajos ejecutados hasta estos momentos y los que deben ejecutar los maestros canteros Bartomeu Fuxa y Bartomeu Sanç están valorados en 12 *florins*. Como vemos se trata de un refuerzo estructural para garantizar la estabilidad de unos arcos que dan acceso a la vivienda de Pons Stefan.

A continuación analizaremos dos peritajes realizados sobre el mismo edificio pero de técnicos diferen-



Figura 5
Vista general monasterio de San Daniel (INSPAI. Centre de la imatge de la Diputació de Girona – Autor: Valentí Fargnoli, datada entre 1902/1944)

tes. Se trata de los peritajes para continuar las obras en el campanario de la iglesia de San Félix de Girona del año 1536 y 1538. Estos informes se encargaron a raíz de la desaparición del maestro de obras Joan de Belljoch – seguramente por problemas en las obras de la catedral de Girona – para asegurar la continuación de las obras garantizando su estabilidad. El primer informe datado a 7 de febrero de 1536 fue encargado por los obreros y parroquianos de la iglesia de San Félix a Pau Mateu, maestro de casas, y a Antoni Carbonell, carpintero de Barcelona.[15] En este los maestros ratifican que la obra nueva se puede continuar siguiendo la *mostre* existente (maqueta o dibujo), donde aparecen pilares, arbotantes y arcos, techado, gárgolas y ventanales. Esta había sido iniciada por Joan de Belljoch en el año 1532 sobre la parte del viejo campanario gótico erigido por Pere Sacoma. Se tenía que reparar el muro este del campanario ya que había algunas partes desplomadas y volver a ejecutar-lo con piedras aferradas con un buen mortero de cal, mejor que el existente, asegurando que tanto pared como pilares y ventanales estuvieran perfectamente aplomadas. También aconsejan colocar algunas piedras de 4 a 6 palmos que ocupen todo el grosor de la pared cada dos o tres hiladas. Para acabar se indica que tomando estas precauciones y encargando la ejecución a un buen artesano se puede acabar sin ningún peligro. El segundo informe datado a 20 de junio de 1588 fue encargado a Joan López maestro del castillo de Pulcro Podio.[16] Este artífice una vez reconocida la obra existente afirma que es fuerte y segura y por lo tanto se puede continuar. Como en el caso anterior se insiste en la necesidad de utilizar piezas largas para ligar los muros y grandes piezas en las esquinas y ventanales sin que queden juntas en los ángulos. Las piezas para ligar los muros en todo su grosor, tanto en la parte recta del muro como en la zona de las jambas, se colocaran cada cuatro hiladas.

Las consultas en la catedral de Girona

En este apartado analizaremos brevemente – podría ser muy extenso – las consultas para la continuación

de la catedral de Girona en tres naves o en una nave única. A pesar de la brevedad en que lo haremos es indispensable, si hablamos de peritajes o visuras, analizar estas consultas.

La primera consulta para decidir cómo se continua la catedral de Girona, y posiblemente la más desconocida, es la que tienen lugar el año 1386 siendo maestro mayor de la catedral de Girona el prestigioso maestro Pere Sacoma (figura 6). El día 23 de febrero se reunieron Galceran de Vilanova, archidiácono, Pere Carrera, presbítero, Pere de Vilana, presbítero, Berenguer d'Anglesola, obispo, Miquel de Sant Joan, archidiácono de Silva, Raimon Rubei y Dalmau de Vilalleons, canónicos, Berenguer Font, tesorero, Pere de Montcorb y Arnau Colomer presbíteros con siete maestros canteros.[17] Esta consulta se produce después de que lleguen a oídos de Galceran de Vilanova y Pere Carrera que algunos maestros y canteros expertos afirmaban que la nave era peligrosísima y que denunciaran esta cuestión al rey Pere III. Los maestros canteros convocados en primera instancia fueron: Pere Arvei – o Arús –, maestro del mercado de Barcelona; Bartomeu Asbert y Arnau Bargués, maestros de casas de Barcelona; [18] Guillem Mieras, cantero de Girona; Guillem Morey, escultor de imágenes de piedra y ciudadano gerundense; Pere Sacoma, cantero gerundense y maestro de obra de la catedral; y Pere Ramon Bosch, cantero gerundense. Los tres maestros gerundenses – excepto Guillem Morey que era originario de Mallorca – se pronunciaron a favor de la nave única juzgándola estable, firme y sin peligro aunque Bosch aconsejo reforzar los contrafuertes. Además Mieres y Bosch declararon que estéticamente con una sola nave sería más bella. Morey consideraba la nave única como no estable y la estimo de no agradable y extravagante. Los tres maestros de Barcelona apostaron por la continuación con tres naves ya que la consideraban más estable, firme, sin peligro, más bella y útil, además de más económica y rápida en su construcción. Estas opiniones no convencieron al cabildo catedralicio y el 12 de septiembre llamaron a Bernat Roca, prestigioso cantero maestro de la catedral de Barcelona, que una vez inspeccionada la obra concluyo que era mejor construirla en tres naves para mayor seguridad y firmeza ya que si se levantaba en una sola nave sería peligroso debido a la luz y a la altura de la nave. Una vez escuchadas las opiniones de los peritos, y ante una decisión tan importante el 25 de octubre, momento en el que se levanta el acta donde se recogen las opiniones de los maestros que recomiendan la continuación de la catedral de Girona con tres naves, el obispo Berenguer i el canónico Bernat Camps proceden a convocar el cabildo para que este vote. Este se reúne el día 27 de octubre y acuerda por 12 votos a favor – incluido el voto del obispo – y tres votos en contra continuar la nave de la catedral en tres naves «… pro maiore firmitate et duratione ipsius operis…». (AHG. Notaria Girona 1, número 229) Arnau de Vilalleons, Pere de Montcorb y Berenguer Font apoyan la construcción de la nave única que según otros expertos consultados personalmente era estable, firme y segura a lo que se tenía que añadir que sería más bella y notable. Para reafirmarse en su opinión estos tres miembros del cabildo entregaron una cedula al notario el día 15 de diciembre donde especifican la poca representatividad de los peritos consultados – la mayoría son de Barcelona – y que estos desconocían la calidad de la piedra, la cal y el mortero de Girona. Pedían la presencia de otros expertos procedentes de Narbona, Montpelier, Lleida o Manresa para obtener un veredicto más ecuánime. Si esto no era posible solicitaban que se embelleciera la catedral con algún elemento, cimborrio o campanario, para hacer más hermosa la catedral.

En el año 1416 se realiza una segunda consulta respecto a la continuación de la catedral de Girona con tres naves o con una nave única.[19] Este nuevo peritaje nos hace pensar que en el periodo transcurri-



Figura 6
Escultura de Josep Mª Subirachs para conmemorar el 600 aniversario de la primera reunión de arquitectos de la catedral de Girona 1386–1986 (M.A. Chamorro)

do entre 1386 y 1416 las obras en la catedral de Girona se ralentizaron ejecutándose únicamente obras en las capillas laterales que no afectaban a la continuación de la catedral con una o tres naves. En esta segunda consulta se efectúan tres preguntas muy específicas para que el cabildo tenga argumentos sólidos para decidir cómo continuar la obra: 1. Si la nave de la catedral de Girona, antiguamente empezada con una sola nave se puede continuar de forma firme y segura sin ninguna duda; 2. Si la obra de una sola nave no se pudiera o no se quisiera ejecutar y se decidiera continuar la catedral con tres naves si esta seria congrua, suficiente y si se debería modificar la altura de la parte ejecutada; y 3. Que solución sería más compatible y proporcional con la cabecera ya ejecutada Además los peritos consultados, como habían reclamado en el año 1386 los tres miembros del cabildo que se oponían a continuar la catedral con tres naves, abarcaban todo el territorio de la corona catalana des de Narbona hasta Tortosa. La consulta tuvo lugar el 23 de enero de 1416 ante Arnau de Gurb y Joan Pont, canónicos, y Pere Bosch, presbítero, ejerciendo como notario Bernat Soler. Los peritos convocados fueron Pascual Xulbe, cantero y maestro de la catedral de Tortosa; Joan Xulbe, cantero hijo de Pascual y ayudante suyo en la catedral de Tortosa; Pere de Vallfogona, cantero y maestro de iglesias de Tarragona; Guillem de la Mota, cantero socio de Pere en las fábricas tarraconenses; Bartomeu Gual, cantero y maestro de la catedral de Barcelona; Antoni Canet, cantero y maestro escultor en la ciudad de Barcelona y maestro de la catedral de Urgell; Guillem Abiell, cantero y maestro de las fábricas de Santa Maria del Pi, Santa Maria del Monte Carmelo, del Monte Sion, de San Jacobo y del hospital de la Santa Cruz de la ciudad de Barcelona; Arnau de Valleras, cantero y maestro de la catedral de Manresa; Antoni Antigó, maestro mayor iglesia de Castellón de Ampurias; Guillem Sagrera, maestro de la iglesia de San Juan de Perpiñan; Joan de Guingamps, cantero y habitante de la ciudad de Narbona; y finalmente Guillem Boffy, maestro de la catedral de Girona. Ante la primera pregunta de los doce maestros consultados nueve afirman que la construcción se puede ejecutar en una sola nave siempre y cuando se ejecuten los contrafuertes igual que los ya existentes. Algunos apuntan matizaciones como que se deben ejecutar las bóvedas con arcos apuntados o que se debe reforzar el contrafuerte del lado norte. Mota y Gual apunta que si la catedral se realiza en una sola nave esta no soportara los terremotos y los fuertes vientos, mientras que Valleras propone utilizar una piedra más ligera en las bóvedas. Respecto a la segunda cuestión ocho maestros apuntan que si se quisiera continuar la catedral en tres naves se debería elevar la nave sobre el coro desde los 8 palmos que propone Pascual Xulbe hasta los 15 palmos que proponen Vallfogona, Sagrera, Mota y Antigó mientras que Canet especifica que debe elevarse de 8 a 10 hiladas. Joan Xulbe propone derruir-la y ejecutarla nuevamente mientras que Gual y Valleras no especifican altura pero indican que debe poder incorporarse un rosetón de 14 y 20 palmos respectivamente. Sagrera, Guingamps y Boffy solo contemplan la continuación de la obra en una sola nave. De los doce expertos indican que la obra de tres naves no sería congrua Antigó, Sagrera, Guingamps y Canet. En cuanto a la tercera cuestión de la mejor solución para mantener la compatibilidad y la proporcionalidad con la cabecera P. Xulbe, J. Xulbe, Vallfogona, Valleras, Mota, Gual y Abiell, se inclinan por las tres naves, mientras que Canet, Antigo, Sagrera, Guingamps y Boffy se postulan por una nave, En esta última cuestión también se pregunta a la mayoría de los expertos si supone peligro el apeo del pilar existente donde se encuentra la trona y todos ellos, excepto Antigó y Guingamps, afirman que no si se realiza tomando las precauciones pertinentes.

Una vez escuchados los expertos el obispo junto con el cabildo de la catedral de Girona deciden continuar la catedral en una sola nave ya que:

> … Tum quia ex dictis praemissorum artifficum clare constat, quod si opus trium navium supra dictum opere continuetur jam cepto, expedit omnino quod opus expeditum supra chorum usque ad capitellos ex eius difformitate penitus diruatur et de novo juxta mensuras cepti capitis refformetur. Tum quia constat ex dietis ipsoum clare eorum uno dempto nomine discrepante quod huiusmodi opus magnum sub navi una jam coeptum est firmum stabile et securum si proquatur tali modo et ordine ut est septum, et quod terraemotus, tonitrua nec, turbinem ventorum timebit. Tum quie ex oppinione multorum artifficum praedictorum constat dictum opus navis unius fore solemnius, notabilius, et proporcionabilius capite dictae ecclesiae jam incepto quam sit opus trium navium supradictum. Tum quia etiam multo maiori claritate fulgebit quod est lectius et jocondum. Tum quia vitabuntur expensae, nam ad prosequendum alterum operum praedic-

torum modo quod stare videntur, opus navis unius multo minore praetio quam opus trium navium et in breviori tempore poterit consumari… (ACG. Deliberatio capituli, 1417, s/n)

Conclusiones

Como hemos verificado en los contratos analizados – sean para grandes obras religiosas o para obras menores – siempre se repiten las mismas disposiciones. En todos ellos aparece el montante económico a percibir por el maestro que realiza la obra, los plazos en que se le abonara su salario –pueden ser temporales o por partidas de obra ejecutadas–, a cargo de quien correrán los gastos de materiales, herramientas o cualquier otro elemento necesario para ejecutar la obra contratada, las dimensiones que tendrán algunos elementos constructivos, los materiales a utilizar y las características de la obra, entre otras. En algunos aparece alguna disposición concreta haciendo referencia a cuestiones muy diversas como si los herederos del maestro se harán responsables de la obra, que se ejecutara la obra tal como aparece en un modelo (dibujo o maqueta) o las obligaciones de reparaciones posteriores por negligencia en la ejecución de la obra contratada.

En los peritajes se aprecia una clara diferencia entre las consultas para continuar la catedral de Girona en una o tres naves y el resto de peritajes. Mientras que en los peritajes comunes se observa que la cuestión más importante es la constructiva en las consultas de la catedral aparecen cuestiones de índole funcional, estética, devocional, etc. Esto queda reafirmado por la decisión final del obispo y cabildo de la catedral de Girona de continuar la construcción de ésta con una sola nave a pesar de que hay siete maestros en contra y solo cinco a favor.

Notas

1. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XVv.
2. El *sou* era la unidad monetaria utilizada en época medieval. Lo podríamos traducir como sueldo. Un sueldo estaba formado por 12 *diners* (dineros) y 20 *sous* equivalían a 1 *lliura* (libra). El *flor*í (florín) equivalía inicialmente a 20 *sous* pero se incrementó su valor durante el siglo XIV hasta llegar a los 30 *sous*. Haremos servir la nomenclatura catalana en todo el texto.
3. Chamorro (2004), 319. En este artículo aparece la transcripción completa de la capitulación entre el colegio de la iglesia de San Félix y Pere Sacoma.
4. Para más información sobre esta traza consultar Chamorro, Zaragozá (2012).
5. AHG. Notaria Girona 3, signatura provisional, 72.
6. AHG. Notaria Girona 6, número 89.
7. El palmo de Girona era una medida de longitud que equivalía a 0,1958 metros. Una cana de Girona, 1,559 metros, estaba formada por 8 palmos. Carrasco (2002).
8. AHG. Notaria Girona 10, número 185. Existe una transcripción completa del contrato en Clara (1983).
9. AHG. Notaria Girona 1, número 502.
10. La *mitgera* es una unidad de medida utilizada para pesar grano equivalente a unos 40 litros que se puede dividir en 2 *quarteres*.
11. AHMG. Manual de Acuerdos, número 60, 1448, f. 23r––24r.
12. AHG. Notaria Girona 2, número 220.
13. *Cimal* o *simal* es el vocablo catalán que se utiliza para definir la parte del árbol correspondiente a la rama principal o a la que más crece.
14. AHMG. Manual de Acuerdos, número 60, 1448, f. 46v–47r.
15. AHG. Notaria Girona 10, número 195 bis.
16. AHG. Notaria Girona 10, número 201.
17. AHG. Notaria Girona 1, número 229. Serra (1947–51) transcribió el texto completo. Este fue traducido al castellano Yarza et al. (1982) y al catalán por Roura (Pladevall 2009).
18. Para más información sobre los maestros barceloneses que participaron en la consulta de 1386 consultar Bernaus (2017). Sobre los maestros de consultar Freixas (1983).
19. ACG. Deliberatio capituli, 1417, s/n. Villanueva (1850) publica la transcripción completa de la consulta.

Lista de referencias

ACG. Archivo Catedral de Girona.
ADG. Archivo Diocesano de Girona.
AHG. Archivo Histórico de Girona.
AHMG. Archivo Municipal de Girona.
Bernaus, Magda. 2017. «"Mestres de Barcelona, experts en art" La participación de maestros de Barcelona en la consulta de la catedral de Girona (1386)». En *Obra Congrua. 600 aniversario de la consulta de la catedral de Girona* (en imprenta).
Carrasco, Jose. (2002). «La estructura gótica catalana: sobre los conceptos de medida y espacio. El problema de la forma en la cubierta». Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña. http://www.tdx.cat/TDX–0328103–121420.

Chamorro, Miquel Àngel. 2005. «Los libros de obra de la iglesia de San Félix de Girona». En *Actas del 4º Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por Santiago Huerta, 1: 317–327. Cádiz: Instituto Juan de Herrera, Sociedad española de Historia de la Construcción, Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz y Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz.

Chamorro, Miquel Àngel; Zaragozá, Arturo. 2012. «La traza de la torre campanario de la iglesia de San Félix de Gerona». *Goya*, 338: 3–15.

Clara, Josep. 1983. «La construcció del campanar de Sant Feliu durant el segle XVI». *Revista de Girona,* 104: 189–197.

Freixas, Pere. 1983. *L'art gòtic a Girona. Segles XIII–XV.* Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

Freixas, Pere. 2000. *La Catedral de Girona: Redescobrir la seu romànica: els resultats de la recerca del projecte Progress*. Girona: Ajuntament de Girona. Servei de Publicacions.

Llensa de Gelcen, S. 1951. «Breve historia de las medidas superficiales agrarias de la antigüedad y estudio particular de aquellas cuyo uso es tradicional en Cataluña». *Anales de la Escuela de Peritos Agrícolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura*, 10: 65–128.

Pladevall i Font, A. dir. 2009. «Sintesis general. Índexs generals». Colección *L'Art Gòtic a Catalunya.* Barcelona: Enciclopedia Catalana.

Serra i Ràfols, Elies. 1947–1951. «La nau de la Seu de Girona». En *Miscel.lània Josep Puig i Cadafalch,* Vol. I, 185–204. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

Victor, Sandrine. 2002. *La construction et les metiers de la construction a Gerone au XVe siecle*. Tesis doctoral, Universitat de Savoie (inèdita).

Victor, Sandrine. 2004. *La construcció i els seus oficis a la Girona del segle XV*. Colección Historia de Girona 34. Girona: Ajuntament de Girona.

Villanueva, Jaime. 1850. *Viage Literario á las Iglesias de España,* XII. Madrid: Imprenta de la Real Academia de Historia.

Yarza, Joaquín et al. 1982. *Fuentes y documentos para la Historia del Arte. Arte Medieval*. Barcelona: Gustavo Gili.

El grafito del Faro de Gades como fuente histórica para el estudio de su modelo constructivo

Luis M. Cobos Rodríguez
Esperanza Mata Almonte
Ángel Muñoz Vicente

En el solar del antiguo Teatro de Andalucía de Cádiz, durante la intervención arqueológica desarrollada en los años 1995 y 1996, destacó el descubrimiento de tres grafitos de época romana, en el que al menos uno de ellos representa un monumental faro.

Los grafitos descubiertos en Cádiz fueron dibujados en una cisterna que formó parte de las instalaciones industriales de una factoría de salazones, ubicada en la ensenada interior de la isla conocida en la antigüedad como *Eritea* (García y Bellido 1947,144–145; Arteaga et al, 2004, 27–40; Arteaga et al. 2008, 49–55). Quizás ya estuviera abandonada en el momento del dibujo, y su enlucido sirvió de soporte para su autor. El contexto histórico y físico de los grafitos documentados es el principal factor que nos ayuda a interpretar su significado por su influencia directa en el sujeto que realiza la acción del dibujo, que asume unos condicionantes territoriales, como pueden ser la cercanía del mar, la presencia de un puerto o la existencia de elementos arquitectónicos visibles muy relacionados con la actividad marítima.

El grafito histórico ha sido entendido, la mayoría de las veces entre los especialistas sobre todo, como un documento gráfico y como fuente para la interpretación arqueológica e histórica. A través del mensaje subyacente en el grafito podemos extraer información concerniente a la vida social, económica y política de espacios determinados y épocas concretas, así como de las características arquitectónicas de edificios o monumentos, como es el caso que nos ocupa. Incluso podrían ser considerados como expresiones artísticas, quizás fuera de los parámetros considerados como oficiales.

Otros expertos (Casanova y Rovira 2002, 10) destacan respecto al grafito su: «…extraordinaria reserva de documentación gráfica que contiene abundante información para el análisis tanto de la cultura material como de la historia de las mentalidades y, sobre todo, para la contratación de la información directa, marginal y espontánea que proporcionan, con el ingente volumen de datos surgidos de cualquier tipo de fuente documental escrita». Nuestra valoración es que este elemento que podríamos definir como evidencia arqueológica y por tanto material, no debe ser sólo estudiado y analizado desde el punto de vista descriptivo y cronológico por razón de una metodología arqueológica, sino corresponde un examen de mayor profundidad donde, por un lado se le considere una fuente histórica más tanto para los historiadores y arqueólogos, y por otro, se trascienda de lo material para deducir y teorizar sobre la historia de las mentalidades de las sociedades y sobre el estudio del pensamiento. Pueden también dar información sobre acontecimientos históricos, o sobre formas de pensar, sobre actividades cotidianas o extraordinarias, sobre la economía, la navegación o la arquitectura. (Royo y Gómez 2002, 59).

Otro de los elementos claves que definen a los grafitos en cuanto a su función como documento gráfico y fuente para la historia es su carácter no oficial y su posición fuera de reglas y parámetros artísticos. En muchas ocasiones los grafitos no están a la vista y se

han realizado en secreto. A veces, sí parece que se realizan para ser vistos, sin embargo mantienen su carácter anónimo. En definitiva, son dibujos o inscripciones con cierta intencionalidad donde se transmite un mensaje emitido por personas que no utilizan los medios oficiales (epístolas, pintura,…etc.), posiblemente por mantener el anonimato. No obstante, tampoco es un acto premeditado, sino más bien espontáneo y el autor conoce perfectamente lo efímero y frágil de sus grabados o dibujos. Esta circunstancia denota un discurso no oficial que queda plasmado en los muros de edificios históricos y que en virtud del número de grafitos, su tipología, la presencia de símbolos, el lugar de aparición y la información que comunica puede significar la existencia de grupos sociales, que bien demandan necesidades sociales o políticas.

En nuestro caso, el grafito objeto de este artículo, lo situamos en un área industrial de la Gades romana abandonada posiblemente a finales ya del siglo V d.C. La factoría de salazón se ubica actualmente bajo un edificio situado entre las calles Sacramento, Barrié y Guerra Jiménez ubicadas en el casco antiguo, lejos hoy de la línea de costa. En cambio, en el siglo I a.C., cronología dada a la construcción de la factoría (Cobos 1996), este lugar se ubicaba en la orilla septentrional de la ensenada interior o zona portuaria de la Gades romana, en un período de máximo esplendor del comercio en la ciudad promovido por importantes familias como los Balbo (Lomas y Sánchez 1991; Millán 1998) (figura 1).



Figura 1
Situación de la factoría de salazón del antiguo Teatro Andalucía en el Gades romano sobre la ciudad de Cádiz actual. (Cobos y Muñoz 2016)

Esta significación comercial fue desapareciendo, paulatinamente, a lo largo de los siglos posteriores, debido entre otras causas, al progresivo cegamiento del puerto interior. El final de uso de la factoría se sitúa a finales del s. d.C. y principios del s. VI d.C. (Expósito 2004), cuando la ensenada va decreciendo (Arteaga et al.2004, Arteaga et al. 2008). Es en estos momentos y en este contexto marítimo, pero también de industria desmantelada, cuando se realizan los grafitos en una cisterna abandonada y sin uso, que fue «habitada» temporalmente por uno o varios individuos, que por razones que nos son desconocidas, trazaron tres dibujos en sus paredes enlucidas (figura 2).

La cisterna está compuesta de dos cámaras rectangulares (A y B) con bóvedas de cañón y comunicadas entre sí por un hueco realizado en el lateral común a ambas estructuras. Su interior estaba parcialmente relleno de tierras, y los niveles de vertidos presentaban una inclinación correspondiente en función del hueco de penetración de las mismas. La cámara A, en la zona de entrada, presentaba una acumulación de sillares a modo de escalinata para facilitar el acceso y uso de las cámaras para otra función de la establecida, una vez abandonada la factoría. Quizás el autor del grafito accedió a la cisterna ayudado por esta improvisada escalera. Los niveles de rellenos de la cámara A, colmataron parcialmente los trazos de los grafitos, cubriendo sólo los cuatro primeros cuerpos del dibujo del faro completo, quedando exento de tierras el resto.



Figura 2
Factoría de Salazones del antiguo Teatro Andalucía

Descripción e interpretación

En la cámara A de la cisterna se localizaron tres dibujos realizados con carboncillo y que se aplicaron directamente sobre el recubrimiento de mortero de cal de las paredes. El grafito 1 y 2 se trazaron sobre la pared norte formando un mismo conjunto iconográfico: barco y faro. El grafito 3 –faro, torre o altar– se localizó en la pared oeste y, en el momento de su descubrimiento, su imagen ya no se mostraba completa.

El conjunto formado por el gafito 1 y 2 se dibujó a una altura situada aproximadamente entre los 120 cm., la parte más baja, y los 166 cm., la parte más alta, desde el suelo original de la cisterna, con una anchura aproximada del dibujo de unos 31 cm. representa la imagen completa de una torre-faro compuesta de doce cuerpos escalonados. El primero tiene en el cuerpo inferior una entrada abovedada, marcada por dos trazos curvilíneos concéntricos, que ofrecen un cierto efecto de profundidad, que se acentúa en la unión que se elabora al unir el trazo del lado derecho del primer cuerpo con el lado inferior del segundo cuerpo. El trazo incompleto superior del primer cuerpo presenta una cierta curvatura que parece figurar una morfología exterior redonda, según la clasificación de J. Martínez Maganto (Martínez 1990). Los restantes cuerpos, todo ellos de traza rectangular y algunos borrados por el tiempo, se van uniendo de mayor a menor tamaño directamente sobre el lado superior de cada uno de ellos. El segundo, tercero, cuarto, sexto y séptimo cuerpo presentan escaleras o escalinatas exteriores dibujadas en diagonal, aportando una perspectiva de fácil y posible accesibilidad al último de los cuerpos. De éste, parten dos trazos de tendencia curvilínea, al igual que los dos que surgen del penúltimo cuerpo, que asemejan, todos, haces de luz o llamas resplandecientes (figura 3).

Bajo la torre-faro tenemos el grafito 2, a sólo 4 cm. de la base del dibujo y con unas dimensiones de 12 cm. de largo y de 9 cm. de ancho. Representa un pequeño barco levantado de proa con vista desde estribor, en el que se distinguen la vela recogida en la verga, el mástil doblado, un cabo de la jarcia de amarres –acaso con intención de dar movimiento–, la línea interior del costado de babor que crea a su vez parte del plano de crujía, la popa con dos timones y la proa marcada y recta, representada por una serie de trazos adosados al casco. Ambos grafitos configuran, sin lugar a dudas, una escena marítima donde un

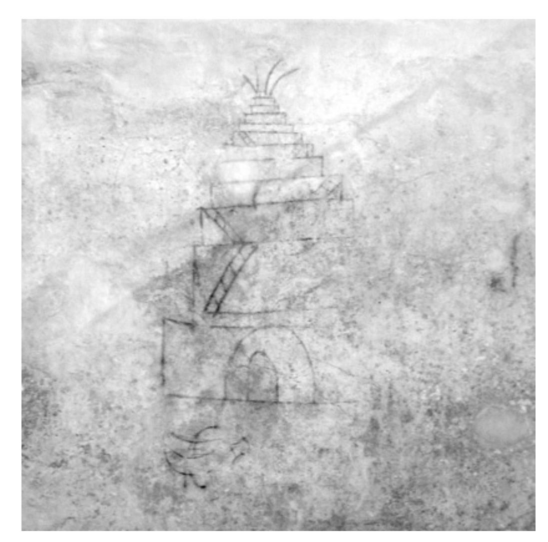


Figura 3
Grafito 1 y 2 de faro y barco localizado en la cisterna (Cobos y Muñoz 2016)

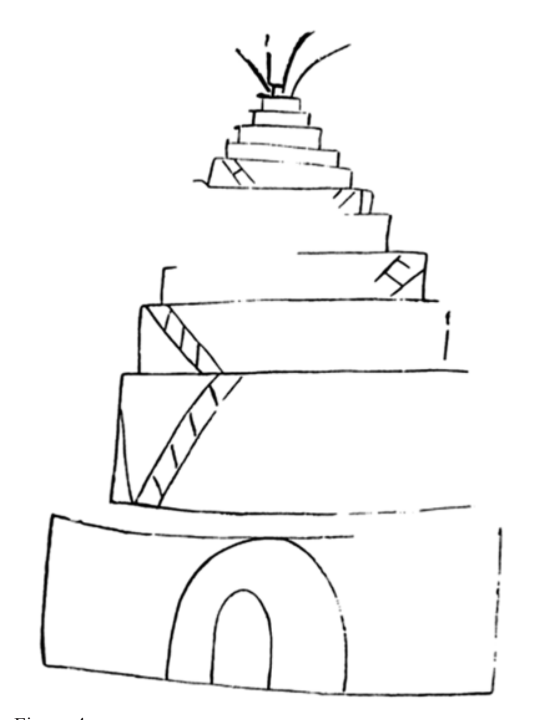


Figura 4
Calco del grafito 1 faro (Cobos y Muñoz 2016)

barco de vela navega en las cercanías de un monumental faro ubicado en la costa (figura 4).

El grafito 3 se sitúa aproximadamente a 147 cm. del suelo de la cisterna, junto a los grafitos 1 y 2, pero en la pared perpendicular a éstos, y con unas dimensiones aproximadas de 39 cm. de alto y 28 cm. de ancho. Representa una figura de cuatro cuerpos escalonados, aunque incompletos en su lado izquierdo, con decoración de retícula romboidal parcialmente borrados en algunas zonas. Si el grafito 1 ha sido identificado fácilmente con un faro, no podemos afirmar lo mismo del grafito 3, que denominamos, con cierta imprecisión, como faro, torre o altar (figura 5).

No cabe duda que el grafito 1 es un faro. Sin embargo ¿existió realmente? ¿Es él de la ciudad romana de Gades, citado profusamente por las fuentes medievales? Si bien estas preguntas no las podamos contestar con total certeza, si estamos en disposición, en cambio, de indicar que se trata de un faro de época romana. Es, por tanto y de entrada, un faro de la Antigüedad, cuya imagen ha sido localizada en la ciudad romana de Gades.

Los faros durante la Antigüedad tuvieron una doble función. Por una parte parece claro que dentro de su aspecto funcional, sirviesen tanto para señalizar escollos y sectores difíciles para la navegación, como para indicar la entrada de zonas portuarias o de fondeaderos. Por otra parte su carácter simbólico o conmemorativo, tampoco debe resultarnos extraño. Así el conocido faro de Chipiona, el *Monumentum Caepionis*, citado por Estrabón y Pomponio Mela, debió tener la función de avisar de los escollos de la Punta de Salmedina, en la entrada del *Baetis*. El faro de *Brigantium* (La Coruña), la denominada Torre de Hércules, durante la Antigüedad ostentó un carácter eminentemente simbólico, ya que representaba el fin de la tierra del noroeste del mundo clásico. No obstante, su particular situación nos indica que debió servir para evitar los arrecifes rocosos (Martínez 1990, 80).

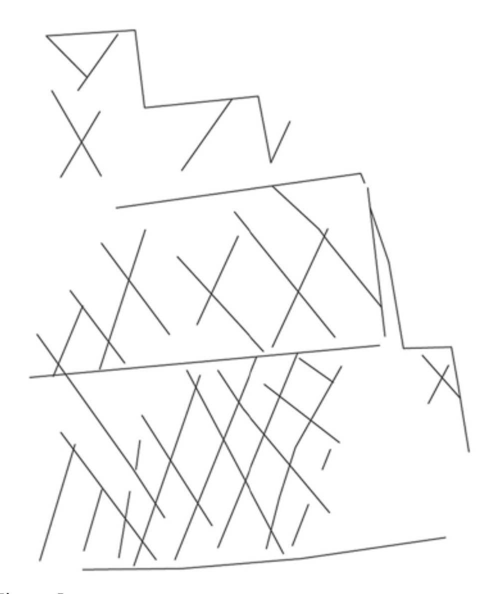


Figura 5
Calco del grafito 3. ¿Faro? (Cobos y Muñoz 2016)

Este aspecto delimitador del fin del mundo conocido, podríamos extenderlo al faro de Gades, que sin duda representó el fin de la tierra en el suroeste. Sin embargo, tampoco debemos excluir su posible y aparente sentido funcional, como señalizador de la entrada a la amplia ensenada marina interior que conformaba la zona portuaria de *Urbs Iulia Gaditana.*

Las representaciones de puertos, en muy diversos soportes, tuvieron una amplia difusión en el mundo romano, normalmente siguiendo desde fines del periodo helenístico, un modelo convencional con grandes edificios porticados y a veces faros en los extremos. Alejandría, Ostia o Carthago son referencias destacadas en la iconografía portuaria (Noguera 1996).

La identificación del grafito 1 con un faro es más clara y reconocible al cotejarlo con la prolija y variada representación de estos edificios en la iconografía romana. Los cuerpos escalonados, escaleras de acceso y haces de luz en la cúspide son rasgos distintivos en las imágenes de estas estructuras. Dicha identificación se subraya en este grafito con la imagen de la nave dibujada a sus pies, componiendo así una escena marítima-portuaria. Comparte el grafito 3 el cuerpo escalonado que le asemejaría a otra morfología de faro pero su ornamento exterior reticulado y su estado fragmentario, han planteado otras interpretaciones: como torre o mausoleo funerario (Cobos y Muñoz 2016)

Estas imágenes de Gades presentan dos características singulares, como son su ubicación, en una pileta en desuso de una factoría urbana y su técnica, en carboncillo. La mayoría de los ejemplos conocidos en época romana se integran como elementos arquitectónicos en relieves o mosaicos o son grabados en objetos monetales o cerámicos. Estas peculiaridades de

los grafitos como dibujos ocasionales y espontáneos, donde no prevalece el dónde y el cómo, abre por lo tanto mayor incógnita sobre el qué están representando. ¿Un edificio real?, ¿dos distintos?, ¿ubicados en Gades? No obstante es necesario hacer una reflexión: el dibujante de los grafitos, lo hace de memoria, ya que desde el interior de la cisterna no podía visualizar ningún paisaje. Por tanto no podemos desechar que dibujante del faro y demás construcciones, recree estructuras que hubiese visualizado en otro lugar, cercano o lejano.

La identificación de las figuras como faro en principio no es extraña como hallazgo en una ciudad portuaria como es Cádiz, un enclave prioritario en la vía mediterráneo- atlántica, consolidado en la Gades romana. Una ciudad de la que sin embargo aún queda mucho por conocer en su transformación a lo largo de seis siglos, desde la destacada reordenación urbana de los Balbos en el siglo I a.C. La factoría del Teatro Andalucía evidencia que esta zona de *Eritea* se mantiene como área industrial hasta el siglo V d.C., vinculada al área portuaria de la bahía y diferenciada del centro urbano del foro en el norte de *Cotinusa*. El área portuaria de Gades se habría ido adaptando a los cambios morfológicos del canal marítimo entre las islas de *Eritea* y *Cotinussa*, ahora unidas con la formación de un istmo arenoso y que configura ya en el siglo I dos zonas diferenciadas: una abierta hacia el oeste a mar abierto en la Caleta y otra hacia el este a la bahía (Arteaga et al. 2004; Arteaga et al. 2008). En la actualidad, los extremos de estas dos zonas corresponden respectivamente a la ubicación del faro en el Castillo de San Sebastián y al puerto de Cádiz. No hay argumentos arqueológicos que confirmen que esta dualidad de enclaves, uno para el faro y otro como puerto, fuera así en época romana. Por ello volviendo a los grafitos, se ha planteado incluso como hipótesis que respondan a la existencia de dos faros (Bernal 2009; Abad y Corzo 2017).Tampoco hay evidencias materiales sobre la morfología del puerto e infraestructuras anexas así como sobre otros puntos utilizados como fondeaderos en el entorno del municipio. Hay que indicar también que el sistema portuario de la ciudad sería más complejo: formaba parte del mismo el *Portus Gaditanus* (El Puerto de Santa María) que fue construido por Lucio Cornelio Balbo al otro lado de la bahía, en la desembocadura del río Guadalete (figura 6).



Figura 6
Vista del Castillo de San Sebastián y la Caleta

La ubicación de un faro en el Castillo de San Sebastián ya en época romana no podría descartarse si consideramos, siguiendo el modelo más frecuente, la posición estratégica de este islote rocoso sobresaliente en la línea costera, anunciando la entrada a la ensenada de la Caleta, el puerto cercano, así como la existencia de arrecifes. Su comunicación visual con otro islote rocoso en Sancti Petri, donde se erigía el famoso Templo de Hércules, acentuaría la imagen reconocible de la ciudad. En este enclave de Castillo de San Sebastián se ha situado también el templo de Cronos que menciona Plinio. Ante la falta de datos arqueológicos contrastados, la existencia del templo no descartaría la presencia próxima del faro. Uniría así un carácter funcional y un carácter sagrado no ajeno a la mentalidad y simbología del mundo clásico. Por otra parte, la característica geológica del enclave como afloramiento rocoso de biocalcarenitas, (piedra ostionera), permite una buena cimentación para la construcción del faro. Y un dato arqueológico interesante: en 1887 se produce en el castillo el hallazgo de una construcción monumental que describe F. Vera y Chilier: «El basamento, dice, es rectangular. Forma un perímetro de 44 pies, en proporción de 10 por 11, correspondiendo esta última, o la mayor dimensión, al Norte y al Sur. Lo constituyen 20 sillares, que incluyen otro cuadro, distribuido en otros 9 sillares de igual volumen y tendidos por tabla, o sea en sentido horizontal. Todos los sillares están sentados á hueso, sin mortero ninguno en las juntas. Son

areniscos y descubren incrustaciones de conchas. Estriban sobre la misma capa de arcilla roja, o suelo firme que sirve de asiento al castillo. Debajo de la piedra central se halló una moneda fenicia. A cuatro varas de distancia de este basamento han aparecido otras 9 piedras formando un cuadrado.» (Vera 1888)[2].

Interesa retener los datos sobre dimensión y edilicia del basamento y la mención a otra cercana construcción cuadrada. En Huelva (*Onoba Aesturia*) las investigaciones de J. Bermejo Meléndez ofrecen actualmente una reinterpretación de los restos arqueológicos hallados en el Convento de las Agustinas en los años 90 del siglo XX. Identifica el zócalo cuadrangular con moldura formado con sillares perfectamente escuadrados como parte del faro de la ciudad, con una altura estimada de 15 m. Cádiz, Sevilla, Huelva, Faro o Mértola son enclaves portuarios importantes en el circuito atlántico meridional en época romana.

La referencia al faro de Cádiz más reiterada en la historiografía, parte de las diversas fuentes medievales que lo citan, desde el siglo VIII y que informan de su destrucción en el año 1145(Ordoñez 1993). Se habla del *Ídolo* como faro, columna o estela, parecido al de Alejandría, de altura considerable (entre 60 y 124 codos, es decir entre 50 y 104 metros), rematado por una estatua de notables dimensiones (entre 6 y 8 codos, es decir de 5 a 6,7 metros). Esta escultura, hecha de bronce dorado, cobre, hierro con cobre o latón con baño de oro, según las versiones, representa un personaje barbado con manto con un brazo extendido apuntando con el dedo índice, y el otro sujetando un cetro o bastón de mando .Al-Zhurí, a mediados del siglo XII, lo describe con tres cuerpos escalonados, uno primero embovedado; el segundo cuadrado, como un tercio del primero y el tercero en forma de pirámide truncada que sostiene la extraordinaria estatua.[1]La iconografía alejandrina inspira la representación gráfica conservada en el manuscrito del *Kitābtāmr al-albābwa-zahr al ādāb* de la Biblioteca Nacional de París. Dicha representación ya nos muestra diferencias con la descripción textual, como en el número de cuerpos que son sólo dos. El rasgo que coincide en los grafitos es la morfología de cuerpos escalonados, muy dispar respecto al grafito 1 que se elevan a doce, y más próximo al grafito 3 con cuatro. Se podría añadir que el grafito 1 comparte con la descripción el primer cuerpo con una entrada abovedada y el grafito 3 con la iconografía del manuscrito, el tratamiento decorativo de retícula del exterior del edificio (figura 7).



Figura 7
Ídolo de Cádiz. Representación gráfica conservada en el manuscrito del Kitābtāmr al-albābwa-zahr al ādāb de la Biblioteca Nacional de París.

La iconografía de faros con pisos superpuestos es muy frecuente en el mundo romano obedeciendo así a una arquitectura generalizada que permitiría alcanzar una elevada altura y al mismo tiempo convertirse en una representación convencional de estos edificios (Noguera 1996). El remate que podía estar representado con una hoguera y/o una estatua no coincide en ningunas de las posibles representaciones, romana o medieval, del faro de Cádiz. En el caso del grafito 1 aparece el haz de luz, no existe en el grafito 3 y sólo aparece la estatua en el manuscrito medieval. Recordemos el empleo del fuego como principal recurso visual vinculado a la funcionalidad de estas construcciones.

El grafito 1 se asemejaría por el número de pisos superpuestos, doce, al faro de *Gesoriacum*, (Boulogne-sur-Mer), que fue construido por Calígula en torno al 40 d.C. en el estuario del río Liane. No se ha

conservado pero aparece representado en dibujos de los siglos XV-XVII, con doce o catorce cuerpos escalonados, estimándose una base de 20´80 m y altura en torno a 46 m. *Gesoriacum* fue un puerto de referencia en el circuito atlántico septentrional, lo mismo que *Portus Dubris* (Dover), en la costa opuesta británica, cuya iconografía de su faro oriental también responde a pisos superpuestos (Fernández y Morillo 2010,110). En el grafito de Gades se dibuja además el sistema de acceso a los pisos mediante escaleras en el exterior (figura 8).

Es interesante destacar como característica constructiva del grafito 3 el motivo de retícula romboidal que sugiere el empleo de la técnica edilicia del *opus reticulatum,* un aparejo normalmente vinculado a edificios de singular importancia y característico en época tardorrepublicana final. El paramento exterior de *opus reticulatum* va asociado generalmente a una fábrica interior de *opus caementicium*. En Cádiz se ha documentado el uso de este aparejo de retículas en otra de las construcciones más emblemáticas de la ciudad romana, como fue su acueducto (Lagóstena y Zuleta 2009). Un paralelo del dibujo lo encontramos en el grafito procedente de Dura Europos (Siria), de sorprendente parecido con el grafito3, pero de dimensiones más reducidas –no llega a los 4 cm– y que muestra una torre de tres cuerpos escalonados con idéntica retícula, fechado entre los siglos I-III d.C. y que podría interpretarse como torre o altar según M. Lagner (Lagner2001) (figura 9).

Las técnicas mixtas de *opus incertum* o *caementicium* con el empleo de sillares están presentes en edificios monumentales de la ciudad como el teatro. El uso de la piedra local de biocalcarenita es una constante en la historia constructiva de Cádiz. Por lo tanto estos diversos aparejos podrían haber formado parte de los materiales del faro. Junto a la referencia aludida por la decoración del grafito 3, volvemos a las fuentes medievales :Al-Zuhrí describe la edificación del faro con una piedra pómez áspera que se identificaría con la piedra ostionera local y al-Himyari menciona el plomo que unía las piedras, y que indicaría el uso de grapas para estabilizar los bloques pétreos.

Como conclusión, el estudio de los grafitos de la factoría de salazones de Cádiz supone un reconocimiento como fuente para el análisis constructivo de edificios monumentales de la Antigüedad, como es el



Figura 8
Faro de Dover (Reino Unido)



Figura 9
Grafito procedente de Dura Europos (Siria).

caso de los faros. Esperemos que estas frágiles muestras y expresiones del pensamiento humano sean valoradas en su verdadera magnitud en un futuro próximo y contribuyan a la investigación histórica así como a la divulgación científica.

Notas

1. Ordoñez (1993) incluye la traducción realizada por P. Martínez Montávez.
2. Ramírez (1982) menciona la historiografía sobre el Krónion así como interpretaciones sobre los restos constructivos en la base del faro del siglo XIX y las huellas de canteras. La información de Francisco Vera y Chillier aparece en Noticias del Boletín Cuaderno IV. Octubre, 1888, donde se añade la observación del Sr. Fita de «que el gran basamento parece ajustarse al sitio propio de la famosísima columna y estatua de Hércules, que fueron removidas de su pedestal en el año 1145 por el almirante Alíebn Maimón».

Lista de referencias

Abad Casal, L. y R. Corzo Sánchez. 2017. «Gadir / Gades / Cádiz. Muchas novedades pendientes de una interpretación global». *Phicaria, V Encuentros Internacionales del Mediterráneo,* 87–103.

Arteaga, O.; Kölling, A.; Kölling, M.; Ross, A.M.; Schulz, H. y Schulz, H.D. 2004. «Geoarqueología urbana de Cádiz. Informe preliminar sobre la campaña de 2001». *Anuario Arqueológico de Andalucía*, 2001, III.1, Sevilla, Consejería de Cultura, 27–40.

Arteaga, O.; Schulz, H.D.; Roos, A.M 2008. «Geoarqueología dialéctica en la Bahía de Cádiz». En *Geoarqueología y Proceso Histórico en la Bahía de Cádiz*. Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social. Vol. 10. Universidad de Cádiz.

Bernal Casasola, D. 2009. «El faro romano de Gades y el papel de los Thynnoskopeia en el Fretum Gaditanum». In *Brigantium*, 20: 85–107.

Casanovas i Romeu, A. y J. Rovira i Port. 2002. «Los graffiti medievales y post-medievales del Alcañiz monumental». *Al-Qannis, Boletín del Taller de Arqueología de Alcañiz*, Teruel, (9): 5–54.

Cobos Rodríguez, Luis. 1996. «Intervención arqueológica en el solar del Teatro Andalucía (Cádiz)». En *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1995, Sevilla, 19–31.

Cobos L. y A. Muñoz. 2016. «El grafito de un faro en Gades-Cádiz». En F. Reyes Tellez y G. Viñuales Ferreiro, coords. *Grafitos históricos hispánicos, I*. Homenaje a Félix Palomero, 65–79.

Éxposito Álvarez, J.A. 2004. *Las factorías de salazón de Gades (siglos II a.c.- VI d.c.). Estudio arqueológico y estado de la cuestión*. Memoria de investigación del programa de doctorado del Departamento de Historia, Geografía y Filosofía (bienio 2001–2003), Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, http://minerva.uca.es,

Fernández Ochoa, C. y A. Morillo. 2010. «Roman Lighthouses on the Atlantic coast». *BAR International Series,* 2162. Oxford, 109–115.

García y Bellido, Antonio. 1947. *La España del siglo primero de nuestra era, (según P. Melay C Plinio)*. Colección Austral, Espasa Calpe, Madrid.

Lagóstena, L. y F. Zuleta. 2009. «Gades y su acueducto: una revisión». En L. Lagóstena, y F. Zuleta, coords. *La captación, los usos y la administración del agua en Baetica: estudios sobre el abastecimiento hídrico en comunidades cívicas del conventusgaditanus*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 115–169.

Lomas Salmonte, Francisco J. y Rafael Sánchez Saus. 1991. *Historia de Cádiz. Entre la leyenda y el olvido. Épocas Antigua y Media.* Vol.1, Sílex ediciones, 122–148.

Martínez,J.1990. «Faros y luces de señalización en la navegación antigua», *CuPAUAM*, 17: 67–89.

Millán León, J. 1998. *Gades y las navegaciones oceánicas en la Antigüedad (1000 a.C.-500 d.C.),* Écija, Editorial Gráficas Sol, 189–192.

Noguera Celdrán, J.M. 1996. «Instalaciones portuarias romana: representaciones iconográficas y testimonio histórico». *AnMurcia,* (11—12): 219–235.

Ordoñez Agulla, S. 1993. «El faro de Gades y las fuentes medievales». *II Congreso Peninsular de Historia Antigua,* Coimbra, 247–277.

Ramírez Delgado, J.R. 1982. *Los primitivos núcleos de asentamientos en la ciudad de Cádiz.* Excmo. Ayuntamiento de Cádiz.

Royo Guillén, J. I. y F. Gómez Lecumberri. 2002. «Panorama general de los graffiti murales y de los grabados al aire libre medievales y postmedievales en Aragón: paralelos y divergencias». *Al-Qannis, Boletín del Taller de Arqueología de Alcañiz*, Teruel, (9): 55–155.

El Examen de Maestría para el Ejercicio de la Arquitectura en los siglos XVI al XVIII en la Nueva España

Xavier Cortés Rocha

Desde la segunda mitad del siglo XVI, hasta el establecimiento de la educación formal en la Academia de San Carlos, el sistema gremial, con su estructura y organización, jerarquía y autoridades, rigió la actividad de los constructores en la Nueva España.

El examen para obtener el grado de maestro era el único procedimiento que habilitaba para el ejercicio autónomo de la profesión. Tenía por objeto que el sustentante demostrara sus conocimientos y su capacidad para ponerlos en práctica. En caso de aprobarlo se expedía la Carta de Examen, constancia, que debía ser aceptada por cualquier autoridad del reino.

Las Ordenanzas de Albañilería constituyeron el marco legal para el proceso, estableciendo puntualmente aquello que el examinando debía demostrar. El Cabildo era la institución responsable de que se cumplieran las ordenanzas, en respaldo de las autoridades del gremio (figura 1).

Al aprobar el examen, el maestro obtenía facultades exclusivas como poner un taller, tomar trabajos por su cuenta y realizar tasaciones o avalúos.

La arquitectura, formaba parte de un conjunto de disciplinas relacionadas con la construcción: entre ellas la albañilería, la cantería y la carpintería. Por sus orígenes, la arquitectura tenía tratamiento de oficio, de arte mecánica. Sin embargo, durante la primera parte del siglo XVIII, en plena *Ilustración*, hubo intentos para restablecer *Arquitectura* como denominación de la actividad, en lugar de albañilería y considerarla como un arte liberal y no un arte mecánica.

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de regulación del oficio de arquitecto y su relación con el desarrollo de la arquitectura novohispana a través de investigación bibliográfica en fuentes primarias y de investigación en archivos históricos. Posteriormente se contrastará esta información con la de la actividad de los arquitectos novohispanos y sus obras.

El ejercicio de la arquitectura ¿Oficio o arte?

«[La arquitectura] es arte como los demás liberales, pero en esta tierra se ha hecho gremio»[1]

Los últimos años del siglo XVI, cuando fueron expedidas las *Ordenanzas de Albañilería de la Ciudad de México*, el ejercicio de la arquitectura se encontraba entremezclado con disciplinas tales como la albañilería, la cantería, la carpintería y el oficio de los ensambladores. Era considerada como un arte mecánica, regida por un gremio y supervisada por el Cabildo. Las denominaciones del personaje que la ejercía variaban entre: alarife, maestro de albañilería, maestro de obras, maestro de cantería y, excepcionalmente, arquitecto. Al respecto, Martha Fernández (1985) dedica un valioso texto a explicar el uso de cada término.

A lo largo del tiempo y especialmente en el siglo XVIII los arquitectos trataron de reivindicar el carácter de su actividad como arte liberal, científica y artística, en el sentido actual de la palabra y no como arte mecánica.

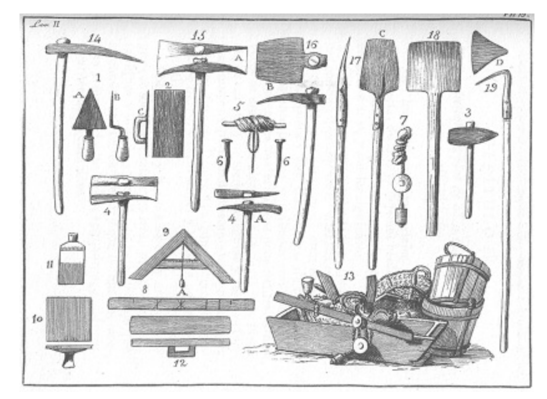


Figura 1
Herramientas de un Albañil. (Zengotita [1827] 2016. 29).

El autor de *Architectura Mechanica*[2], manuscrito anónimo del siglo XVIII escrito en la ciudad de México, se dolía de que siendo la arquitectura un arte liberal, se le considerara un arte mecánica, sujeta a las obligaciones extra laborales y hasta infamantes de un oficio, tal como llevar en andas una imagen en las procesiones y estar militarizados en caso de guerra (figura 2):

> Es arte como los demás liberales, pero en esta Tierra se ha hecho gremio, sacan Ángel la Semana Santa y están obligados a marchar en forma cuando lo pide la necesidad de alguna Guerra y por este motibo [sic] tiene señalado Capitán, y demás oficiales conforme lo pide el Orden de Milicia; …No me acuerdo haber leído que gocen de algún privilegio (A.M., XXI recto).

Es hasta el establecimiento formal de la Real Academia de San Carlos, en la octava década del siglo XVIII, cuando la arquitectura deja de considerarse un oficio para ser reconocida como una de las Bellas Artes, sujeta a una reglamentación profesional, regida por la Academia y por lo tanto dependiente de la Corona y no de los cabildos. Además, los académicos accedían a un estamento casi nobiliario.

La arquitectura como actividad regulada

El gremio

Los gremios fueron una institución de origen medieval trasplantada de Europa a América; eran corporaciones que agrupaban a los individuos, artesanos y artistas, que ejercían un mismo oficio o profesión. Los gremios eran parte importante de la estructura de las actividades económicas, por lo que su funcionamiento era supervisado por el Cabildo con aval de la Corona. Estaban constituidos por una estructura vertical y cerrada para proteger la actividad, conservando su carácter monopólico, al tiempo que se aseguraba la buena calidad de la producción. Su actividad estaba regulada por las *Ordenanzas*, conjunto de estatutos y normas; y el proceso de enseñanza, con la transmisión de los conocimientos celosamente protegidos, era garantía de su estabili-

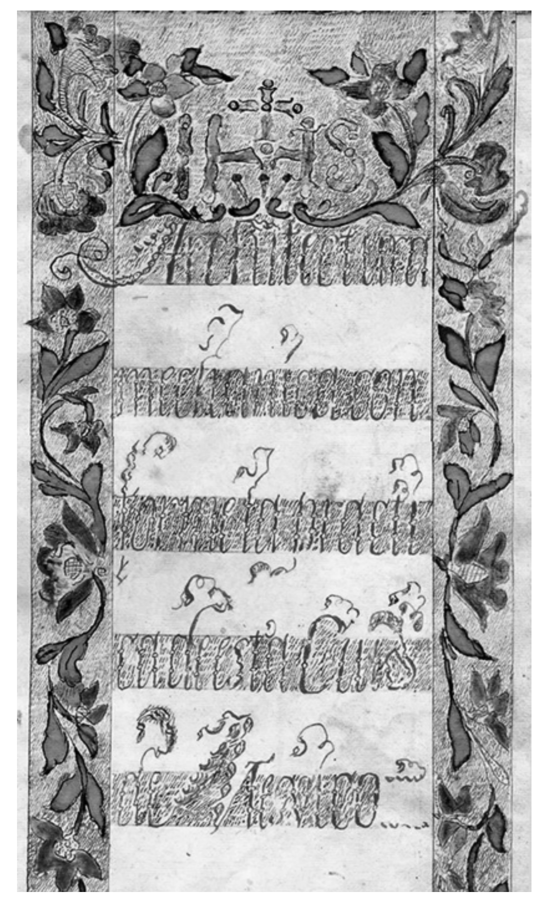


Figura 2
Frontispicio del manuscrito original *Architectura Mechanica conforme a la practica de esta Ciudad de Mexico.* (Shuetz. 1987).

dad y permanencia (Olvera Calvo 2011, 8; Terán Bonilla 1993, 14).

El escalafón estaba constituido por aprendices en la base, oficiales en medio y maestros en lo alto de la pirámide. Solo los maestros podían ejercer la actividad de manera autónoma, contratar trabajos, tener taller con oficiales y aprendices bajo sus órdenes y realizar tasaciones, o sea, avalúos.

El proceso de aprendizaje e iniciación, implicaba que el maestro recibía al pupilo, celebrando un contrato que se celebraba ante notario, durante un periodo de varios años. El aprendiz vivía bajo el techo del maestro, quien le enseñaba todos los secretos del oficio hasta que pudiera considerarse apto para ser recibido como oficial. El oficial, siguiente escalón, ya era hábil en las tareas del oficio, pero solo podía trabajar a las órdenes de un maestro, no podía tener taller propio, aprendices bajo sus órdenes; ni contratar trabajos por su cuenta.

Las autoridades del gremio eran los veedores y en Puebla, los alcaldes alarifes. Los veedores eran electos anualmente por el conjunto de maestros examinados, normalmente eran elegidos los maestros más antiguos y con mayor reconocimiento. Los veedores supervisaban el correcto desempeño del trabajo y la disciplina en el gremio, cuidaban de que nadie no-examinado se ostentara o ejerciera como maestro; eran vigilantes de la calidad de las producciones de los talleres, del cumplimiento de los contratos y, en general, de la observancia de las ordenanzas. Eran responsables de su labor ante el gremio y ante el cabildo (Olvera Calvo 2011, 9; Terán Bonilla 2002, 84). Una de las responsabilidades más importantes de los veedores era la de examinar a los aspirantes a maestros, siguiendo cabalmente los procedimientos y contenidos establecidos en las ordenanzas y en su caso, dar cuenta, de la *idoneidad y suficiencia* del candidato para que pudiera expedírsele la *carta de examen.*

Las Ordenanzas

Los gremios se regían por un conjunto de estatutos y normas compilados en las respectivas *Ordenanzas*, éstas regulaban el ejercicio de la actividad. En ellas se encontraba consignado todo aquello que el maestro de un oficio determinado debía saber. Eran propuestas al Cabildo por el propio gremio, aprobadas en su caso por el cabildo y confirmadas por el virrey o por el propio monarca, con dictamen favorable del Consejo de Indias.

En la Nueva España hubo ordenanzas de albañilería en las ciudades de México y Puebla. Las que operaron para la práctica de los arquitectos en la ciudad de México, fueron las *Ordenanzas de Albañilería*, que reglamentaban las actividades de arquitectura, albañilería y cantería, formadas por el Cabildo en 1599 y confirmadas el mismo año por el virrey conde de Monterrey. En la Puebla de los Ángeles, las *Ordenanzas de Carpinteros y Alarifes* (Fernández 1985, 99) formadas por la propia ciudad fueron confirmadas por el virrey en 1570 y una vez más en 1605 (Díaz Cayeros 2002, 91, 93). Las ordenanzas novohispanas, a pesar de tener como referencia las sevillanas, son sin embargo originales ya que no fueron copia de las de la península (Fernández 1985, 31; Díaz Cayeros 2002, 92), son más sencillas y son menos arcaicas en sus contenidos y en su lenguaje.

El órgano responsable del cumplimiento de las ordenanzas era el Cabildo, vigilaba el nombramiento anual de los veedores, aprobaba el citatorio para la celebración de los exámenes, enviaba al escribano como su representante, el cual daba fe del desarrollo del acto y del resultado del mismo y era responsable de la expedición de la carta de examen.

Durante 11 años, de 1735 a 1746, los arquitectos de la ciudad de México pugnaron por hacer un cambio en las ordenanzas para ser reconocidos como arquitectos, al margen de otros oficios (Fernández 1986; Mignot 2002, 52). Lo cual no llegó a concretarse, sin embargo, consiguieron, mediante una ejecutoria, que pudieran examinarse quienes, teniendo los conocimientos, no hubieran hecho carrera en obra (A.M., XXI verso).

La condición de maestro

El maestro ocupaba el más alto nivel en la escala del gremio. Estaba facultado, según las *Ordenanzas de Carpinteros de Puebla* para: «… usar el dicho oficio y tomar obras por cualquier manera que sea como no excedan ni pasen la facultad de que fuere examinado» (Díaz Cayeros 2002, 108). Se le permitía tener taller propio, contar con oficiales y formar aprendices, contratar obras y dirigirlas, así como participar en la vida del gremio, pudiendo ser elegido como veedor o autoridad del mismo, observando las orde-

nanzas de la localidad donde ejerciera (Terán Bonilla 2002, 83).

El examen

> «…puesta una mesa y en ella un tablero y un pliego de marca mayor y con los instrumentos pertenecientes a dicho Arte…»[3]

El grado de maestro se obtenía mediante el examen de suficiencia, único procedimiento de ingreso reconocido como válido para obtener la titularidad de la profesión. El acto se celebraba con todas las formalidades, adquiriendo el sustentante la categoría de maestro, haciéndose acreedor por el mismo acto a la carta de examen que lo acreditaría como maestro-examinado.

El jurado se conformaba con los veedores del gremio y desde 1634 el virrey ordenó que en la ciudad de México se incorporara al jurado al maestro mayor del Real Palacio que lo era también de la Catedral, por ser el maestro con el cargo de mayor importancia (Fernández 1985, 38).

El examen constaba de dos secciones, una teórica y una práctica. En principio la parte teórica debía desarrollarse en la sede del Cabildo. De los dos ejemplos que se presentan, el de Lorenzo Rodríguez se celebró en la sala del Ayuntamiento de México, mientras que el de Diego de la Sierra se celebró en la Puebla de los Ángeles, en casa del canónigo Gregorio López de Mendizabal, ante tres examinadores (Fernández 1986, 151). Según el autor de *Architectura Mechanica* esta parte del examen se aplicaba en las Casas de Cabildo *o en cualquier parte* (A.M., XIII verso).

De lo blanco y de lo tosco

El examen podía ser global y abarcar todas las áreas del cuestionario o sólo una parte de él, en cuyo caso se otorgaba una carta de examen limitada. Al primero, el global, se le denominaba en el manuscrito de *Architectura Mechanica*, *de lo blanco* y en las *Ordenanzas*, *de lo primo*. Al segundo, el limitado, se le conocía en las *Ordenanzas* como *de lo tosco* y en *Architectura Mechanica, de los prieto*:

> Ay examen de los blanco y examen de los prieto: Examen de lo blanco se entiende para hacer tazaciones [sic], y poder correr con las obras de mampostería, y cantería. Examen de lo prieto, solo se entiende para obras de adobe, y que solo pueden servir en las obras, de lo mismo que un oficial, pero no para hacer las tazaciones [sic] de Provincia. etc. y como suelen decir es un examen, que se le confiere aqualquiera [sic] Albañil, aunque no sepa leer, y escrivir [sic] (A.M., XIII verso).

Los contenidos del Examen

El contenido del examen en las Ordenanzas de Albañiles de la Ciudad de México

Para definir cuáles serían los asuntos sobre los que debían ser examinados los candidatos, la *Ordenanza 5*[4] (Fernández 1985, 287–291) es particularmente importante; en ella se desarrollan los aspectos que deben ser objeto del examen:

El primer lugar lo ocupan los géneros de edificios que el arquitecto debía conocer y saber proyectar, incluyendo el trazado de ciudades. Parte muy importante estaba constituida por la montea y cortes de cantería, arcos y bóvedas; pilares con alto grado de dificultad; escaleras, particularmente las de caracol. Cabe señalar que para esta sección se requería en primer lugar el dominio de la geometría euclidiana. Las portadas y sus proporciones eran también elementos que el arquitecto debía dominar. Entre los sistemas constructivos se exigía conocer sistemas determina-

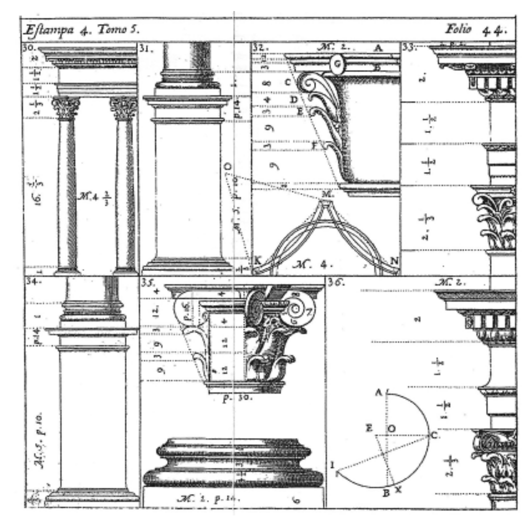


Figura 3
Del orden corintio y del orden compuesto (Tosca 1727).

dos, tales como pavimentos y recubrimiento de muros. Se incluían también algunos aspectos muy necesarios en la construcción como el cálculo de los elementos de contrarresto, la determinación de las dimensiones de los muros, y los cálculos de cantidades para hacer presupuestos (figura 3).

El contenido es el siguiente:

Muchos modos de edificios [géneros de edificios] (figura 4):

- Fundamentos de profundidades [cimentaciones profundas][5].
- Fosos
- Castillos
- Comunes de ríos y acequias
- Templos
- Monasterios
- Casas



Figura 4
Fortaleza y foso del fuerte de San Miguel, Campeche. (Xavier Cortés Rocha, 2016).

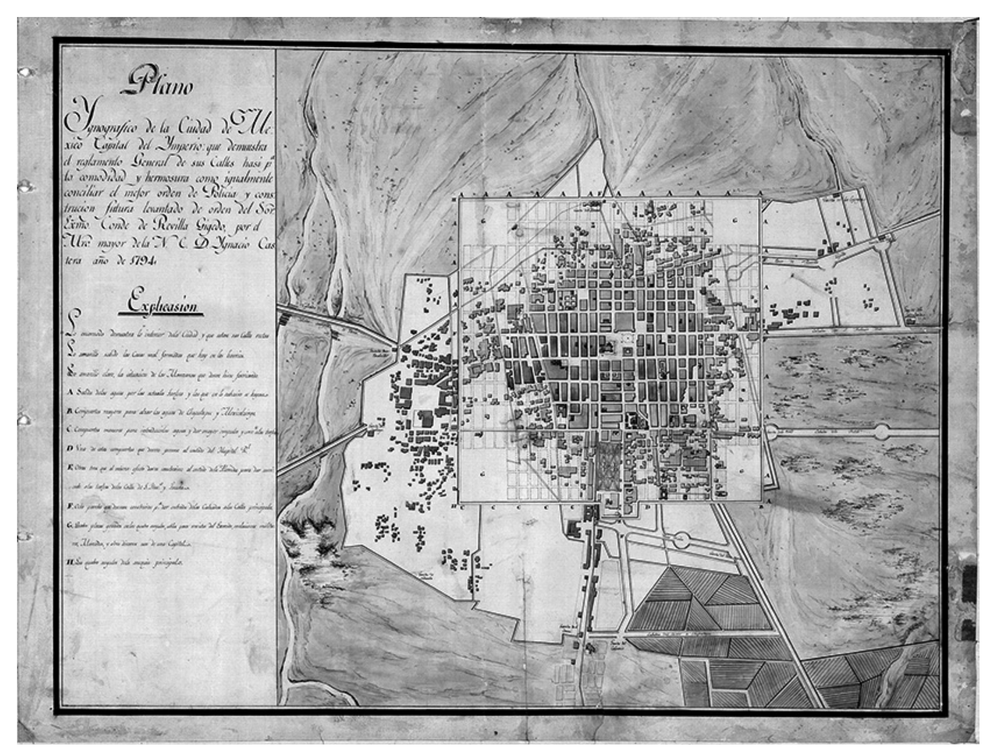


Figura 5
Plano Ygnografico de la Ciudad de México. 1794. Ignacio Castera. Mapoteca Orozco y Berra.

Urbanismo:

- Plantas de ciudades [se refiere a proyectos para el trazo de ciudades][6] (figura 5)
- Según las disposiciones de los lugares y en que parte se ha de edificar para la sanidad de la vida humana.

Condición general que se establece:

- Los maestros que hubieren de usarlo y enseñarlo han de ser examinados.

Formar una casa de todo cumplimiento:

- Danzas de arco de medio punto [Arquerías de arcos semicirculares].
- Arcos escarzanos [con el centro debajo de los arranques formando un ángulo de 60º] (figura 6).
- Arcos terciados
- Arcos a través [debe referirse a los perpiaños que se atraviesan al sentido de la nave o crujía].
- Arcos apuntados [también llamados ojivales, se trazan con dos arcos con los centros separados de la mitad del claro, formando un ángulo en la clave].
- Arcos carpaneles [de 3 o más centros para hacer la flecha menor que la mitad de la luz] (figura 7).
- «…y saber los estribos que cada uno de ellos demanda». Lo cual indica el conocimiento necesario del trabajo mecánico de los arcos y la relación que debe haber entre los empujes y los contrarrestos para asegurar la estabilidad de la estructura.
- «Saber el sondo [profundidad] y paredes, según lo que han de ser levantadas las paredes».
- Implica conocer las proporciones entre la altura que habrá de darse a los muros con el ancho y profundidad de los cimientos.



Figura 6
Arco Escarzano en el rancho San Juan Totoltepec (Xavier Cortés Rocha, 2017).



Figura 7
Arcos de medio punto en planta baja y carpanel en planta alta en el patio central del Tribunal de la Inquisición, obra delParedes:

- Solerías de almohareja
- Solerías de solambrado
- Solería de maderos
- Solería de artesones
- Solería de todos géneros, así de revocado como de entrejunto y de junto.

Chimeneas francesas y castellanas: Las francesas eran para calentar las habitaciones y se construían parcial o totalmente en el grueso del muro; las castellanas, más grandes, permitían ser usadas como hogar o fogón.

Solerías [suelos o pavimentos de diferentes tipos y recubrimientos]:

- Solerías de medio

- Forrar de azulejos y alizares [recubrir de azulejos muros y zócalos, a la manera mudéjar].

Atar cuatro portales:

- Saber enlazar los cuatro costados de un patio con arquerías.
- Lados y ángulos desiguales y esquinas a desnivel eran los elementos que hacían difícil la prueba.

Cortar un pilar:

- Cortar un pilar antorchado, (una columna con el fuste estriado en espiral)[7] (figura 8).
- Hacer otro de cinco cuartones.

Portadas:

- Medidas que se han de guardar en las portadas y sus proporciones.



Figura 8
Pilar antorchado. Sagrario de Puebla. (Dolores Dib y Álvarez, 2017).

Caracoles y otras escaleras:

- Un caracol de ojo abierto, [una escalera helicoidal con el centro libre].
- Otro caracol de macho, [escalera helicoidal con el centro macizo].

Escaleras de muchas ideas:

- Escaleras cuadradas.
- Escaleras perlongadas [alargadas, rectangulares].

Géneros de Capillas [bóvedas]:

- De crucería o acabadas [con nervios diagonales] (figura 9).
- Capillas enregidas, [en reja, debe referirse a la llamada capilla de vuelta de horno por cruceros o vaída con nervaduras concéntricas o paralelas].
- Capillas de aristas [que resultan de la intersección de dos cañones].
- Capillas vaídas [o de pañuelo, de superficie esférica].
- Capillas de todos géneros.

Cálculos de cantidades:

- La cuenta de los tejados.
- La cuenta que se tiene que guardar en los hormigones [proporciones para cada tipo de mezcla, punto importantísimo para el comportamiento de las mamposterías y de los aplanados].



Figura 9
Bóveda del Convento de Santo Domingo, Oaxaca. (Xavier Cortés Rocha, 2009).

El examen en la *Architectura Mechanica*

«De los exámenes hablaremos»[8]

En la *Architectura Mechanica*, manuscrito de la segunda mitad del siglo XVIII, se explican en 9 puntos las condiciones y el contenido del examen que se aplicaba al arquitecto («letra cursiva añadida») (A.M., XIII recto, verso):

1. Que el examinado debe comparecer ante los Veedores del Arte para que *se cercieren de su Ydoneidas* [sic].
2. Dicho Examinado no es menester que aya Sido Sobre estante[9], *basta que sea práctico e inteligente en el Arte* y este es punto *Executoriado* como, atestigua la común práctica nacida de cierto *litis* [sic].
3. Como ni tampoco que sean las ordenanzas que hande seguir las mismas, que trae el Padre Fray Lorenzo en su Arquitectura sino *las Patricias*[10] *que están en Cavildo*[11] [sic].
4. Los Veedores del Arte deven asignar día para el Examen a contento de el Examinado, este puede ser en cualquiera Casa particular [sic].
5. Constará el Examen de dos partes, una mañana y una tarde *consecutibas* [sic] la Tarde para el Taller y la Mañana para la obra.
6. El examen sobre el Taller se reduce a la Geometria practica, Algebra,[12] Architectura, y Cortes de Canteria, y estos tratados puede haver Visto en el *Padre Tosca*[13], *menos la Architectura que podra veer en Uvolfio pues no deja piedra por mover* [sic].[14]
7. Por *arquitectura* se entendía la disposición de los edificios, el uso correcto de los cuatro órdenes y sus proporciones:
8. El examen de la Obra se reduce a que asiente una Pilastra o un tramo de Corniza, [sic], o otra cosa mecánica, que deve hacer con sus proprias manos, para que de esto aya de dar fee el Escrivano de Cabildo [sic].

Dos exámenes

El examen de Diego de la Sierra

Diego de la Sierra, uno de los más importantes arquitectos del periodo virreinal, presentó su examen en la Puebla de los Ángeles el 27 de junio de 1685, afortunadamente se conservó su carta de examen y un dibujo alusivo, elaborado posteriormente. El examen cubrió ampliamente las secciones teórica y práctica, así:

> Pidió…le examinasen en los dichos artes de albañilería, arquitectura y cantería y asimismo en lo que se miraba y se entendía a castillos y murallas, cañería y lo demás que comprendían y con efecto lo pusieron en obra y práctica preguntándole de que suerte fabricaría materialmente un templo sin capillas ni crucero, les satisfizo a ello el dicho Diego de la Sierra conforme a arte, y asimismo le preguntaron cómo dispondrían la fábrica de otro templo con capillas y crucero, a que asimismo les satisfizo con mucha inteligencia, y preguntándole por la forma, fábrica y disposición de una casa de primero, segundo y tercero techo, satisfizo con suficiencia y habilidad, y habiéndole preguntado por la repartición de una columna dórica… (Fernández 1986, 151–152).

Y en la parte práctica:

> …lo hizo enladrillando conforme a arte todo con sus propias manos…y después de lo referido, ante los dichos examinadores había labrado piedra de cantería, mediante lo cual le hallaban *hábil, capaz y suficiente* («letra cursiva añadida») en los dichos artes de albañilería, cantería y arquitectura… (Fernández 1986, 151–152).

Tiempo después de celebrado el examen realizó un dibujo, por los dos lados de un pliego, que contiene los temas de la prueba y que se conserva en el Archivo de Indias.

El examen de Lorenzo Rodríguez

«hábil, capaz y suficiente»

Lorenzo Rodríguez, fue uno de los arquitectos más reconocidos del barroco mexicano, su obra cumbre es el Sagrario Metropolitano, donde introdujo columnas estípites en las portadas. Fue Maestro Mayor de la Catedral, del Santo Oficio y autor de obras notables, además del Sagrario, como la casa del conde de san Bartolomé de Xala y la fachada del Colegio de las Vizcaínas.

El examen se celebró el día 31 de agosto de 1740, en la Sala del Ayuntamiento de la capital del virreinato, el jurado fue encabezado por el Ingeniero don Luis Díez Navarro, quien lo presidía en su calidad de Maestro Mayor de los Reales Alcázares, con asisten-

cia de los dos veedores del gremio, Miguel Durán y Manuel Álvarez, así como del escribano del Cabildo y numerosos testigos:

> …puesta una mesa y en ella un tablero y un pliego de marca mayor y con los instrumentos pertenecientes a dicho Arte, y así mismo un compás, se le pidió por dicho Miguel Custodio Durán, delinease una bóveda con diferentes circunstancias, partes y divisiones de ella; que formase según el arte de Arquitectura: que habiendo traba(ja)do en ella y explicando sus razones, divisiones y cuenta, sobre que se formaron distintas preguntas y repreguntas, y dado declaración de ellas, y satisfecho según ellas y lo que a dicho Ingeniero Mayor se le ofreció, y a dicho Manuel Álvarez, le hallaron *hábil, capaz y suficiente* («letra cursiva añadida») para el uso y ejercicio de dicho Arte, en lo civil y militar de él; por lo cual lo declaraban y declararon por Maestro examinado de dicho Arte y lo perteneciente a él,… (López Quintero 2006, 124).

La carta de examen

La carta de examen, que se levantaba durante el acto tenía doble propósito:

1. Servía de acta, levantada por el fedatario idóneo, el Escribano del Cabildo; era también una especie de credencial, ya que contenía los datos generales y el retrato del examinando, su lugar de nacimiento, aspecto y señas particulares. Daba cuenta del desarrollo del acto: el lugar en que se celebraba, la integración del jurado, la presencia de otros asistentes y el desarrollo del examen, enumerando los temas que habían sido objeto del mismo, firmaban la carta el jurado y los testigos.
2. Funcionaba como certificado. Daba fe del carácter de *maestro examinado* que adquiría el sustentante; le autorizaba el ejercicio autónomo

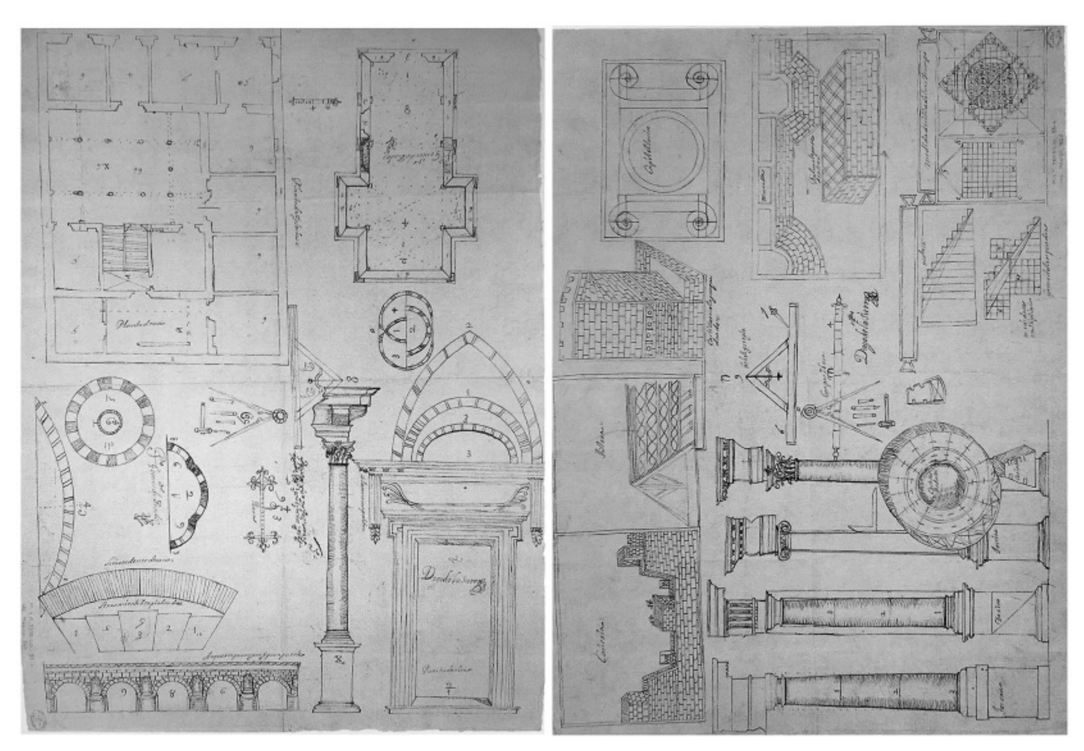


Figura 10
Dibujo de Rodrigo de la Sierra con los temas de examen. (Los siglos de Oro en los Virreinatos de América 1550–1700.1999).

e instaba a las autoridades de todo el reino a reconocerlo como tal (A.M., XIII verso).

La carta de examen y el dibujo de Diego de la Sierra

> … Juró asimismo por Dios Nuestro Señor y la señal de la Cruz en forma de usar bien y fielmente dichos artes como debe y es obligado a todo su leal saber y entender sin fraude ni encubierta alguna contra alguna de las partes interesadas…Ante mi, Francisco de Solano, escribano real y de cabildo (Fernández 1986, 151) (figura 10).

La carta de examen de Lorenzo Rodríguez

La carta de examen de Lorenzo Rodríguez fue publicada por primera vez por don Manuel Romero de Terreros (1947) en los Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas. El investigador encontró la carta de examen asociada a los papeles de un pleito sostenido entre El propio Rodríguez y el veedor decano del gremio Miguel Custodio Durán en pugna por obtener la obra de la Casa de los virreyes de Huehuetoca.

Epílogo

El fin de los gremios

A lo largo del siglo XVIII, las nuevas ideas asociadas al fenómeno de la *Ilustración* en España, inspiradas en muy buena medida por las que desde tiempo atrás se desarrollaban en Francia, influyeron en el ánimo de las mentes progresistas respecto a la inconveniencia de mantener las estructuras gremiales, poco permeables a la introducción de innovaciones tecnológicas y artísticas. Pedro Rodríguez de Campomanes, ministro de Hacienda de Carlos III, en un famoso *Discurso sobre el fomento de la industria popular*, se refería así a la labor de los gremios:

> En los gremios de artesanos hay poquísima enseñanza. Falta dibujo en los aprendices, Todo es tradicionario y de poco primor en los oficios, por lo común... El fomento de las artes [oficios] es incompatible con la subsistencia imperfecta de gremios: ellas hacen estanco [impiden el libre acceso] de los oficios, y a título de ser únicas y privativas, no se toman la fatiga de esmerarse en las artes… Los que tienen afición a tales oficios, no los pueden ejercitar privadamente sin sujetarse al gremio; y eso retrae a muchos, que en las casas trabajarían acaso mejor; y esta concurrencia abaratarla la maniobra, y estimularía a su perfección (Campomanes, 1774).

Dos fueron los procesos que acabaron en la Nueva España con el *statu quo*:

El establecimiento de la libertad de industria y comercio, por las cortes de Cádiz, con la consecuente liquidación de los gremios y su funcionamiento paradigmático; y en la Nueva España la instauración de la Academia de San Carlos que habría de establecer el monopolio de los procesos de evaluación con validez reconocida.

Las cortes de Cádiz, reunidas de 1810 a 1814 en esa ciudad, que permaneció libre durante la ocupación de las tropas de Napoleón, expidieron la Constitución de 1812. El ordenamiento de avanzada, estableció principios tendientes a fomentar la industria y remover los obstáculos que entorpecían su desarrollo; sin embargo, fue el decreto del 8 de junio de 1813, el que estableció definitivamente la Libertad de Industria en España. Significó el fin de los gremios, la libertad de oficio, trabajo y comercio.

La Academia de San Carlos y el cambio de paradigma

En materia de arte, el Siglo de las Luces, en Francia, y la Ilustración en España, promovieron la vuelta al Ideal Clásico; y en España y sus posesiones, la restauración de la arquitectura greco-romana. En España es hasta bien entrado el siglo XVIII, y bien establecida la dinastía Borbónica, que se sintieron necesarias las academias de arte y de arquitectura.

Las tres funciones de las academias fueron, para los arquitectos:

1. Proporcionar una formación profesional de calidad, controlada por una ferrea dirección supervisada por el estado con un currículum bien establecido, profesores probados y los instrumentos necesarios, modelos vaciados de los mejores ejemplos clásicos, libros, estampas, etc.
2. Evaluación de aspirantes a ingresar en la profesión, a la nueva condición de Académicos.
3. Control y supervisión de proyectos y obras de arquitectura construidas por la Corona: edificios

públicos y de importancia, así como los edificios religiosos, catedrales, iglesias importantes y edificios de las congregaciones religiosas.

En 1783 se expidió la Real Cédula de fundación para la Academia de las Tres Nobles Artes de San Carlos de la Nueva España, creada a semejanza de la de San Fernando de Madrid y precedida por el establecimiento de un «Estudio Público de Artes».

La Academia surgió a instancias del presidente y del director de Grabado de la Casa de Moneda, quienes convencieron al virrey y a las autoridades españolas de la conveniencia de su instauración para incrementar la calidad de la producción nacional. La Academia encarnaba la modernidad, la imitación de una naturaleza, idealizada y filtrada por los artistas. Pronto se estableció una *Junta Superior* para controlar la arquitectura oficial y las obras religiosas, que, entre otras cosas, habría de «poner coto a la deformidad de los edificios debidos a los antiguos maestros de arquitectura». Los viejos maestros fueron siendo desplazados por los académicos.

La Academia significó el fin del dominio que sobre el oficio y la profesión de la arquitectura ejercieron durante dos siglos los gremios, supervisados por los Cabildos. Un sistema de educación formal con un curriculum estricto de actividades artísticas y científico-técnicas sustituyó el aprendizaje tradicional y los profesores de la Academia ocuparon el lugar de los veedores en el proceso de evaluación para otorgar el diploma de Académico que permitía ejercer el Arte de la Arquitectura en todos los ambitos del imperio español.

Notas

1. Anónimo. *Architectura Mechanica*. Ms. S.XVIII.
2. En notas sucesivas A.M. El número corresponde a la foja del manuscrito original.
3. Acta de examen de Lorenzo Rodríguez en Manuel Romero de Terreros, 1947.
4. Marta Fernández (1985) en *Arquitectura y Gobierno Virreinal, los maestros mayores de la ciudad de México, siglo XVII* incluye en el apéndice las Ordenanzas con paleografías por ella misma.
5. Las cimentaciones profundas con sus complicados procesos de estacados, estructuras horizontales de madera y capas de diferentes materiales estaban prescritas en los tratados y eran parte de los conocimientos prehispánicos utilizados para cimentar edificios pesados.
6. Desde la época de Vitruvio (siglo I a.C.) la selección de los sitios a poblar y el diseño de ciudades se incluía entre las actividades propias del arquitecto.
7. Algunos autores denominan también así a la columna salomónica.
8. A.M., XX reverso
9. Sobrestante, se entiende que no era necesario que hubiera tenido papel relevante en las obras. Sin embargo, se siguió conservando la parte práctica del examen, en la obra.
10. *Patricia*: lo que pertenece o toca a alguna patria. Diccionario de Autoridades T III,165.
11. O sea, las propias de la ciudad, las locales.
12. Sagredo, refiriéndose a Vitruvio hace notar la importancia de las dos materias, haciendo especial énfasis en la geometría euclidiana.
13. Tomas Vicente Tosca 1757, *Compendio mathematico: en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la cantidad*.
14. Llama la atención la recomendación entusiasta del libro de Uvolfio, en cuyo voluminoso tratado de matemáticas la Arquitectura Civil comparte un tomo, con la Pirotecnia y la Arquitectura Militar, además de que el hecho de estar escrito en latín lo hacía poco accesible.

Lista de referencias

Anónimo. *Architectura Mechanica conforme la practica de esta Ciudad de México*, ms. Siglo XVIII.

Campomanes, Pedro Rodríguez de. 1774. «Discurso sobre el fomento de la industria popular» Madrid: Imprenta de A. Sancha. Consultado el 13 de mayo 2017. htpps://es.wikipedia.org/wiki/1774.

Cortés Rocha, Xavier, 2015. «La construcción como ejercicio profesional en la Nueva España, en los siglos XVI al XVIII, y su relación con la metrópoli». En *Memorias del I Congreso Internacional Hispano Americano de Historia de la Construcción*. Segovia: Instituto Juan de Herrera.

Díaz Cayeros, Patricia. 2002. «Las Ordenanzas de los carpinteros y alarifes de Puebla». En *El mundo de las catedrales novohispanas*, coordinado por Montserrat Galí Boadella, 91–117. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Fernández, Martha. 1985. *Arquitectura y Gobierno Virreinal, los maestros mayores de la Ciudad de México, siglo XVII*. México: UNAM.

Fernández, Martha. 1986a. El albañil, el arquitecto y el alarife en la Nueva España. *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*. 55: 49–68

Fernández, Martha. 1986b. *Retrato Hablado, Diego de la Sierra, un arquitecto barroco en la Nueva España*. México: UNAM.

Fernández, Martha. 1990. *Artificios del Barroco México y Puebla en el siglo XVII*. México: UNAM.

López Castellano, Fernando, 2012. Las Cortes de Cádiz y la implantación del buen orden económico (1810–1814). *Historia Constitucional*. 13: 233–256. http://www.historiaconstitucional.com.

López Quintero, José. 2006. «Maestros mayores de arquitectura en la Ciudad de México siglo XVIII». Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México.

Mignot, Stéphanie. 2002. «Los pleitos legales entre arquitectos como testimonio de la mentalidad gremial, siglos XVII y XVIII». En *El mundo de las catedrales novohispanas*, coordinado por Montserrat Galí Boadella, 49–67. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Museo del Prado. 1999. *Los siglos de oro en los virreinatos de América 1550–1700*. Madrid: Museo de América.

Olvera Calvo, María del Carmen. 2011. «Los sistemas constructivos en las Ordenanzas de Albañiles de la ciudad de México en 1599, un acercamiento». *Boletín de Monumentos Históricos INAH*. 22, 3ª época*:* 7–43.

Reyes y Cabañas, Ana Eugenia. 2004. «Las ordenanzas de arquitectura de la Ciudad de México de 1735». *Boletín de Monumentos Históricos*. 1:41–49.

Romero de Terreros, Manuel. 1947. «La carta de examen de Lorenzo Rodríguez». *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*. 15: 105–108.

Sagredo, Diego de. [1526] 1986. *Medidas del Romano*. Toledo: ed. Madrid: Akal.

Shuentz, Merdith K. 1987. *Architectural Practice in Mexico City: a Manual for Journeyman Architects of the Eighteen Century*. Tucson: The University of Arizona Press.

Terán Bonilla, José Antonio. 1993. «La formación del gremio de albañiles de la ciudad de Puebla». *Cuadernos de Arquitectura y Docencia*. 11:13–17.

Terán Bonilla, José Antonio. 2002. «La Catedral Angelopolitana: Algunos aspectos de la organización del trabajo durante su construcción» En *El mundo de las catedrales novohispanas*, coordinado por Montserrat Galí Boadella, 69–89. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Tosca, Tomás Vicente. 1757. *Compendio mathematico: en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la cantidad.* Vol.V, 2ª impresión. Madrid: Imprenta de Antonio Marín.

San Nicolás, Fray Lorenzo. [1639–1664] 1989. *Arte y uso de la architectura.* Valencia: Albatros.

Uvolfio o Wolff, Christian. 1740–1741. *Elementa matheseos universae.* Genevae: Apud Henricum Albertum Gosse.

Zengotita Vengoa, Pedro (Atribuído a Juan de Villanueva). [1827] 2016. *Arte de Albañilería o Instrucciones para los jóvenes que se dediquen a él*. Facs. México: Miguel Ángel Porrúa.

Mecánica de bóvedas de obra de fábrica en las Iglesias del Valle de Arán

Agustí Costa Jover
Sergio Coll Pla

Las construcciones de obra de fábrica cubiertas con arcos y bóvedas, deben su estabilidad al equilibrio de fuerzas entre los elementos que producen empujes, y aquellos que los soportan y transmiten las cargas hasta el suelo.

En el Valle de Aran existe un conjunto de iglesias románicas construidas entre los siglos XI y XII, cuya estructura está trabajando al límite de la estabilidad debido a importantes deformaciones geométricas. El desplome de los elementos de contrarresto junto con la formación de articulaciones en las bóvedas, ha provocado la aparición de convexidades en la superficie de éstos elementos, que principalmente deben trabajar a compresión.

La investigación plantea el análisis de estas grandes deformaciones a través de dos casos de estudio, las iglesias de Santa María de Arties y de Santa Eularia de Unha (figura 1). Ambas construcciones responden a la misma tipología de planta basilical de tres naves y un ábside con dos absidiolas. A partir de un levantamiento topográfico con técnicas de captura masiva de datos, es posible analizar geométricamente las deformaciones de la estructura y localizar con precisión los tramos de bóveda donde han aparecido formas funiculares. El análisis por estática gráfica permitirá entender las condiciones de equilibrio de estas zonas.

Diversos autores han apuntado el interés de las construcciones románicas del Valle de Aran. Emmanuel Viollet-le-Duc (1814–1879) visita Bossost en (1883) (Español 2013), y posteriormente la Escuela de Arquitectura de Barcelona realiza una expedición al Valle (1905) con Lluís Domènech i Montaner (1850–1923) (Granell and Ramon 2006). Dos años más tarde (1907), *l'Institut d'Estudis Catalans* visita el Valle de Aran y la Ribagorça en una expedición dirigida por Josep Puig i Cadafalch (1867–1956) (Alcolea 2008), quien plantea la hipótesis de que inicialmente las iglesias del Valle de Aran fueron cubiertas con estructura de madera y posteriormente transformadas en bóvedas de cañón, conservando los pilares de sección circular no monolítica. Más recientemente, Joan Bassegoda i Nonell (1930–2012) establece que las anomalías formales constituyen una de las características de la arquitectura románica que se produce en Catalunya (Bassegoda i Nonell 1974).

En el caso de la iglesia de Santa María de Arties (figura 2), sus grandes deformaciones llamaron la atención en los años setenta de autores como Joan Bassegoda y Nonell (Bassegoda i Nonell 1972), Luis Villanueva y Bartrina (Villanueva 1974) o Guillermo Sáez y Aragonés (Saez 1976). Más recientemente, Joan Josep Polo y Berroy (Polo and Cots 2009), también analizan la estructura como parte de los trabajos previos a su restauración (2009).

La investigación parte de los primeros estudios realizados en Santa María de Arties (Costa et al. 2014) y en Santa Eularia d'Unha (Costa et al. 2015). El objetivo de estos trabajos era analizar las condiciones de equilibrio de la estructura y el origen de sus grandes deformaciones. Los estudios partieron de la base topográfica realizada en el contexto docente



Figura 1
Vista axonométrica seccionada de las iglesias de Santa María de Arties y Santa Eularia de Unha, a partir de una nube de puntos

de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSA) de la Universidad Rovira i Virgili (URV) (Lluis i Ginovart, Costa Jover, and Coll Pla 2016)[1]. La metodología de los levantamientos combinó

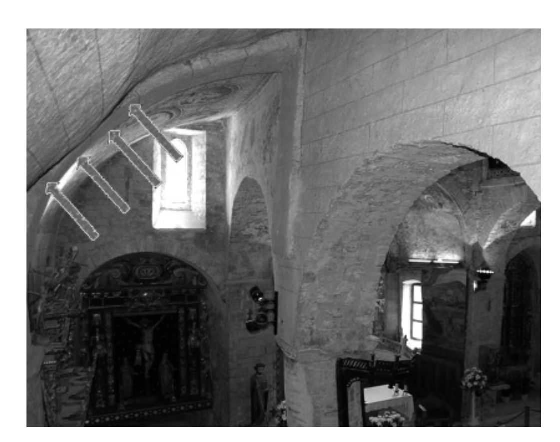


Figura 2
Bóveda deformada en Santa María de Arties

técnicas manuales de medida directa con de técnicas de medida indirecta por medio de una estación topográfica[2].

La documentación planimétrica generada permitió formular una hipótesis sobre la geometría de la fábrica sin deformar, asumiendo la imposibilidad de determinar el estado inicial. El modelo permitía realizar una primera aproximación a la estabilidad de la estructura. Se utilizó una metodología combinada a partir del análisis límite por medio de estática gráfica, y un análisis por medio de elementos finitos (FEM).

El estudio concluyó que los modelos analizados no tenían problemas de equilibrio, según la teoría del análisis límite, y que por lo tanto las deformaciones sufridas por el edificio no se debían a un problema de diseño (figura 3). Tampoco el tipo de movimientos identificados indicaban problemas de cimentaciones, por lo que se concluyó que se debían a las pobres propiedades mecánicas del mortero, y a una fábrica de mampostería heterogénea, de piezas de pequeño tamaño y a veces muy irregular. Se identificó

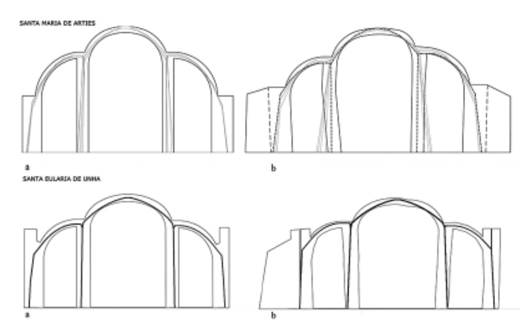


Figura 3
Resultados del análisis por estática gráfica de Santa María de Arties y Santa Eularia de Unha. a) Sección teórica inicial, b) Sección estado actual

así que se trataba de un problema de rigidez, y no de estabilidad.

Entre diciembre de 2014 y agosto de 2015 se realiza una nueva campaña de levantamiento con un Escáner Laser Terrestre (*Terrestrial Laser Scanner*, TLS)[3]. La nueva base topográfica obtenida tiene una precisión infinitamente superior a la obtenida en los levantamientos precedentes. Así, se ha podido corregir la geometría analizada inicialmente, y ampliar las zonas de estudio. Los dispositivos TLS permiten topografiar objetos de forma rápida y con gran precisión, obteniendo una nube de puntos en un sistema de coordenadas (x,y,z). Por ello, se trata de una técnica de captura masiva de datos cada vez más habitual en el ámbito del patrimonio construido.

A partir de la nueva base planimétrica, la presente investigación amplia las conclusiones obtenidas previamente, centrando la atención en el caso específico de los tramos de bóveda donde han aparecido formas funiculares. La metodología será el análisis límite a partir de estática gráfica, utilizando el conocido método de los cortes, el cual supone una simplificación importante del problema, pero que permite una operativa ágil para realizar una aproximación analítica a las condiciones de equilibrio de la estructura.

Descripción de los casos de estudio

Ambas construcciones responden a la tipología de planta basilical de tres naves y cuatro vanos estructurales (V1,… V4). El espacio interior se cierra con una bóveda de cañón en la parte central, y con bóvedas de medio cañón en los laterales. Cada vano estructural se define con un arco de resalto o fajón, en algunos casos de gran grosor. Las bóvedas apoyan sobre los arcos formeros situados entre las naves, los cuales apoyan a su vez sobre pilares no monolíticos de sección circular.

Los edificios se rematan en su lado Oeste con un campanario, construido posteriormente, y en su cara Este con un ábside central y dos absidiolas colaterales, los tres cerrados con una semi-cúpula. En el caso de Arties, el ábside fue reconstruido en las obras de restauración realizadas en 2009.

En cuanto a las fachadas longitudinales, Arties presenta un acceso en cada lado, y los muros están reforzados con contrafuertes, cuatro situados en la fachada Sur, y una gran masa de mampostería en la fachada Norte. En Unha, el acceso se produce sólo por la fachada Sur, donde el muro se mantiene en equilibrio sin ayuda de contrafuertes, mientras en la fachada Norte encontramos tres contrafuertes de refuerzo. En todos los casos, los contrafuertes han sido construidos con posterioridad a la estructura inicial.

Marco teórico

Actualmente, el análisis límite es una metodología de solvencia contrastada para el estudio de las condiciones de equilibrio en estructuras de obra de fábrica. El origen del estudio del equilibrio por medio de métodos gráficos lo encontramos en Simon Stevin (1548–1602) quien introduce la regla del paralelogramo, a través de la cual se podía describir gráficamente el equilibrio de un sistema de fuerzas por medio de vectores de fuerza y polígonos de fuerzas cerrados (Stevin 1586). Sin embargo, la base teórica de referencia tiene por origen la teoría de la cadena planteada inicialmente por Robert Hooke (1635–1703) (Hooke 1676).

El desarrollo matemático de la teoría a lo largo del siglo XVIII y la definición de las primeras aproximaciones analíticas al equilibrio de arcos y bóvedas, permite la formulación del concepto de línea de empujes en el siglo XIX de la mano de Claude-Louis-Marie-Henri Navier (1785–1836) (Navier 1826), Canon Henry Moseley (1801–1872) (Moseley 1833), E. Méry (Méry 1840) o Carl Culmann (1821–1881) (Culmann 1866). Se trata de una línea teórica que re-

presenta el lugar geométrico de las fuerzas de compresión que pasan a través de la estructura.

Estos principios son la base de la teoría moderna para evaluar las estructuras de obra de fábrica. Jackes Heyman, sintetiza las teorías desarrolladas entre los siglos XVIII y XIX, e introduce la primera formulación de los teoremas de plasticidad aplicados a fábrica. Heyman enuncia los principios del Análisis Límite para evaluar la seguridad de éstas estructuras (Heyman 1995). Parte de las hipótesis de que la fábrica tiene infinita resistencia a compresión, nula resistencia a tracción y que el fallo por deslizamiento de las piezas es imposible.

En base a estas hipótesis, el teorema del límite inferior enuncia que, si es posible encontrar una situación de equilibrio compatible con las cargas que no viole la condición de límite del material, que no aparezcan tracciones, la estructura no colapsará. Así, si es posible dibujar una línea de empujes contenida en la sección del arco o bóveda de fábrica, el elemento será estable. La teoría ha seguido siendo desarrollada por otros autores, como O'Dwyer (O'Dwyer 1999), Boothby (Boothby 2001), Huerta (Huerta 2005), John Ochendorf (Ochsendorf 2002) o Philippe Block et al. (Block, Ciblac, and Ochsendorf 2006), entre otros. Podemos encontrar una revisión más exhaustiva del contexto histórico y teórico en las obras de Huerta (Huerta 2004), Roca et al. (Roca, P., Cervera, M., Gariup, G., Pelà 2010) y Theodossopoulos y Sinha (Theodossopoulos and Sinha 2013).

Metodología

La metodología plantea, en primer lugar, el análisis topográfico del estado actual de las estructuras, con el objetivo de localizar y caracterizar las secciones con curvatura convexa de las bóvedas. Una vez identificadas, se realiza la comprobación de las condiciones de equilibrio por medio de la estática gráfica en aquellas secciones que se considere oportuno.

El estudio parte del modelo tridimensional obtenido con un Escáner Láser Terrestre (TLS) La nube de puntos obtenida con una precisión de posición de 6 mm a 50 m se procesa con el programa Cyclone, con el que se sitúan todas las nubes de puntos en un mismo sistema de coordenadas. A continuación, con el programa 3DReshaper se genera una malla tridimensional, con una distancia promedio de puntos de 5 cm y un tamaño de triángulo para la detección de orificios de 10 cm.

El modelo tridimensional permite analizar, tanto de forma cualitativa como cuantitativa, la totalidad de la geometría de la fábrica. El análisis se ha realizado a partir de planos de corte, lo que permite obtener infinitas secciones en un periodo corto de tiempo. Así, se han detectado ciertas anomalías formales en las bóvedas, algunas observables a simple vista.

Para analizar las bóvedas se han utilizado 3 familias de planos de corte (figura 4). Por una parte, se han realizado un total de 8 secciones transversales, 3 por el eje de los pilares (Tp1, Tp2, Tp3), y 4 por el centro del vano (Tv1,… Tv4). En el sentido longitudinal de la estructura, se ha realizado una sección por la clave de la bóveda central (Lc1). Este proceso permitirá identificar los tramos de bóveda más deformados, y el análisis por estática gráfica se realizará sobre las secciones donde aparezcan formas convexas.

Para realizar el cálculo hay que diferenciar, en primer lugar, los elementos que provocan empujes de los que los reciben, y por otra parte los elementos soportados. Como es habitual en edificios de éstas características, la mayor parte de los elementos son portantes, y solo consideraremos como elemento soportado la cubierta, la cual apoya sobre los muros y los pilares centrales. En cuanto a los elementos con responsabilidad estructural, tenemos por una parte, las bóvedas (con sus respectivos arcos de resalto) y los arcos formeros como elementos que provocan empujes. Por otra, los elementos verticales (muros, pilares y contrafuertes) que constituyen el sistema contrarresto que reciben los empujes. Dado que la es-

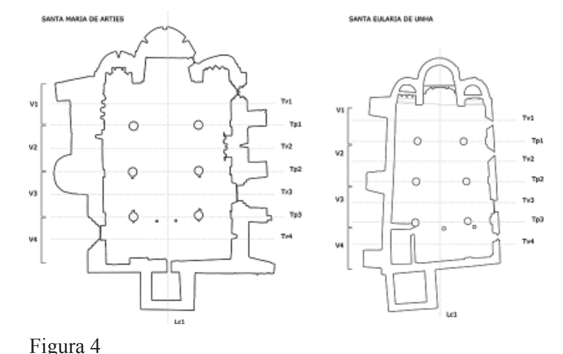


Figura 4
Planta y nomenclatura de las iglesias analizadas.

tabilidad general ya se analizó, los modelos de cálculo se centraran en el caso específico las bóvedas donde se identifiquen formas funiculares.

Con carácter general, el románico se construye con bóvedas de medio punto o de cuarto de circunferencia. Cuando estas bóvedas tienen una geometría regular, y su construcción es suficientemente monolítica por el trabado de la mampostería, se determina que el empuje es perpendicular a su directriz. En el caso de que las paredes no sean paralelas, como es el caso sobretodo de Santa Eularia de Unha, la bóveda es troncocónica, de forma que la resultante de los empujes no sería perpendicular a la directriz de la bóveda. A pesar de ésta consideración, se asume la simplificación que supone el método de los cortes, de acuerdo con el objetivo del análisis.

Los parámetros para caracterizar las condiciones de equilibrio son la geometría y el peso de los elementos constructivos. En cuanto a la geometría, la cara visible está perfectamente definida a partir del levantamiento láser, pero no disponemos de datos del extradós de las bóvedas. Por tanto, se establece un grosor teórico en función de la luz que salvan las bóvedas (Lancater 2005). En cuanto al peso específico, tampoco se dispone de datos tomados in situ de la fábrica, por lo que se utilizan valores habituales en este tipo de construcciones: fábrica de piedra 21 kN/m^3, cubierta de pizarra y estructura de madera 2 kN/m^2.

Resultados

La comparativa entre los levantamientos realizados con técnicas manuales en las campañas (2012–13) y (2013–14), y los obtenidos con el láser ha revelado ciertas discrepancias formales, tal y como cabía esperar. A pesar de ello, cualitativamente las diferencias encontradas no alteran las conclusiones de los primeros estudios sobre las condiciones de equilibrio.

Las secciones realizadas sobre los modelos 3D tienen por objetivo analizar los movimientos que han sufrido las bóvedas. En los dos casos de estudio encontramos mecanismos de deformación similares, aunque los movimientos en cada tramo no son coincidentes entre ellos.

Se han identificado diversas formas convexas o funiculares en los dos casos, aunque sus magnitudes son pequeñas en relación a la escala de las construcciones. La sección longitudinal (Lc) ha dado resultados similares en ambas iglesias. La bóveda central está dividida por arcos de resalto que producen un efecto rigidizador (figura 5). Como consecuencia, la parte central de cada vano, que es menos rígida, tiende a deformarse y bajar, mientras la zona de los arcos se deforma menos. Esto provoca en cada vano el efecto de que la bóveda «cuelga» como si fuera un funicular entre arco y arco.

Además, la sección (Lc) ha revelado que la clave de bóveda de cada tramo está a una altura distinta. La línea horizontal de referencia (Lhr) se sitúa en el punto más alto de la bóveda, que en ambos casos coincide en la boca del ábside. Así, en Arties el punto más bajo respecto (Lhr) se sitúa a una distancia de (28,1 cm) en la zona central del vano (V2), y el mayor descenso dentro de un mismo vano se encuentra en (V1), con un valor de (15,2 cm) en el encuentro con el arco fajón entre (V1–V2). Por su parte, en Unha el punto más bajo en relación a (Lhr) se encuentra en (V3), a una distancia de (39,8 cm), y el mayor descenso relativo en un mismo vano, se produce como en Arties en el vano (V1), con un valor de (17,5 cm). No se desarrollará el cálculo de ésta sección ya que los empujes se producen principalmente en sentido perpendicular.

En cuanto a las deformaciones de las bóvedas identificadas en las secciones transversales, en el caso de Arties, las observaciones iniciales realizadas

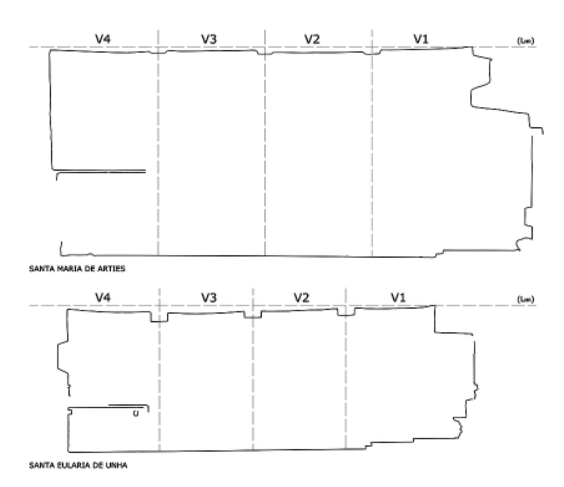


Figura 5
Secciones longitudinales (Lc) Santa Maria de Arties y Santa Eularia de Unha.

in situ indicaban que la bóveda más deformada debía ser la de la nave lateral norte del vano (V2), y las secciones transversales así lo confirmaron. En Unha, las deformaciones no eran tan evidentes a simple vista, y fue posible identificar que la bóveda más deformada era la de la nave lateral norte del vano (V1).

Para determinar la sección del modelo de análisis, se realizan cortes cada 50 cm en el tramo comprendido entre los dos arcos de resalto de los vanos seleccionados. Se obtienen un total de 9 secciones en Arties y 8 en Unha (figura 6). Para seleccionar la sección de cálculo, se tienen en cuenta las secciones que presentan curvaturas convexas y se calcula el área del espacio inferior de la bóveda, estableciendo una luz y una cota de arranque común a todas las secciones.

Una vez identificada la sección con la deformación más desfavorable, el objetivo es determinar si, a pesar de la forma convexa que ha adoptado la bóveda, es posible encontrar una línea de presión que quede contenida en la sección, de manera que la fábrica siga trabajando a compresión (figura 7). Cabe mencionar que no se han detectado grietas en las bóvedas analizadas. La (tabla 1) recoge los cubicajes y pesos considerados en el cálculo.

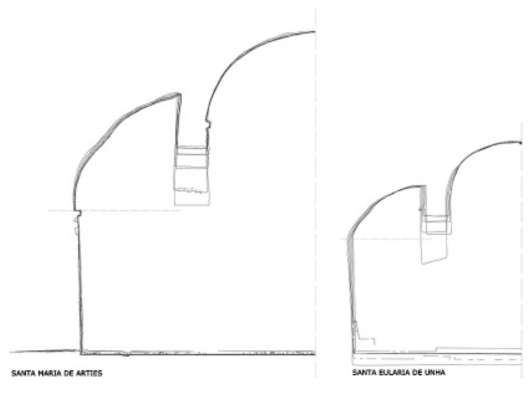


Figura 6
Superposición de las secciones transversales (Si) en Santa María de Arties (V2) y Santa Eularia de Unha (V1).

SANTA MARIA DE ARTIES
Grosor 50 cm

Dovela	Área m2	Profund. m	Vol. m3	Peso esp. kN/m3	Peso kN
1	0,324	1	0,324	21	6,80
2	0,334	1	0,334	21	7,01
3	0,335	1	0,335	21	7,04
4	0,335	1	0,335	21	7,04
5	0,334	1	0,334	21	7,01
6	0,344	1	0,344	21	7,22
7	0,346	1	0,346	21	7,27
TOTAL					49,39

Grosor 25 cm

Dovela	Área m2	Profund. m	Vol. m3	Peso esp. kN/m3	Peso kN
1	0,162	1	0,162	21	3,40
2	0,167	1	0,167	21	3,51
3	0,168	1	0,1675	21	3,52
4	0,168	1	0,1675	21	3,52
5	0,167	1	0,167	21	3,51
6	0,172	1	0,172	21	3,61
7	0,173	1	0,173	21	3,63
TOTAL					24,70

SANTA EULARIA DE UNHA
Grosor 40 cm

Dovela	Área m2	Profund. m	Vol. m3	Peso esp. kN/m3	Peso kN
1	0,162	1	0,162	21	3,40
2	0,162	1	0,162	21	3,40
3	0,161	1	0,161	21	3,38
4	0,161	1	0,161	21	3,38
5	0,162	1	0,162	21	3,40
6	0,158	1	0,158	21	3,32
7	0,160	1	0,16	21	3,36
TOTAL					23,65

Grosor 20 cm

Dovela	Área m2	Profund. m	Vol. m3	Peso esp. kN/m3	Peso kN
1	0,081	1	0,081	21	1,70
2	0,081	1	0,081	21	1,70
3	0,081	1	0,081	21	1,69
4	0,081	1	0,081	21	1,69
5	0,081	1	0,081	21	1,70
6	0,079	1	0,079	21	1,66
7	0,080	1	0,080	21	1,68
TOTAL					11,82

Tabla 1
Cubicajes y pesos considerados.

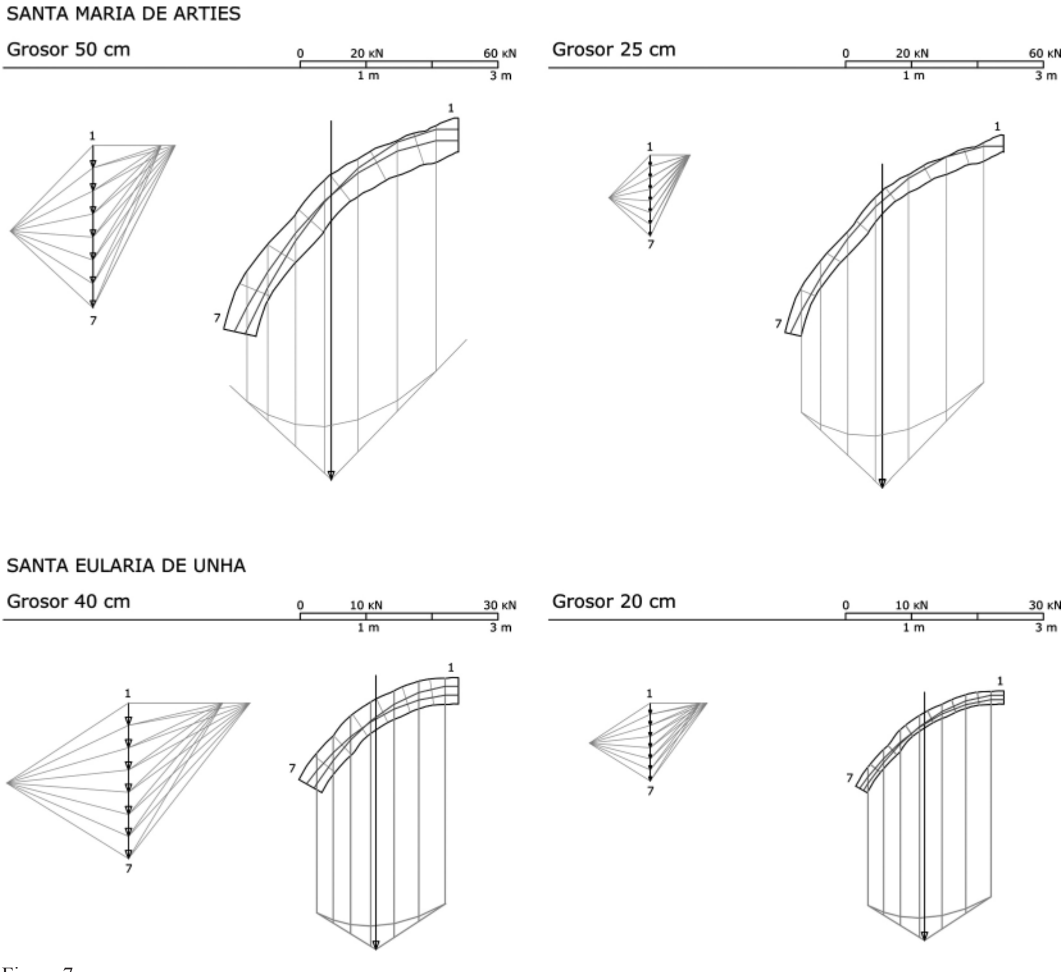


Figura 7
Resultados del análisis por estática gráfica.

Discusión y conclusiones

El estudio geométrico ha permitido identificar las bóvedas en las que han aparecido formas funiculares, a causa de los movimientos de la estructura. Destaca el efecto rigidizador de los arcos de resalto, los cuales determinan el modo en que se deforma cada vano, y evidencian la gran deformabilidad de éstas construcciones.

Desde el punto de vista mecánico, si únicamente consideramos los empujes en el sentido transversal, los tramos de bóveda analizados están en equilibrio, de acuerdo a la teoría del análisis límite en obra de fábrica. Esto es así si entendemos la bóveda como una serie de arcos (método de los cortes) en la que los arcos paralelos no interaccionan entre ellos. Esta aproximación implica una simplificación, ya que cada tramo de bóveda considerado está interconectado con los contiguos.

Así, el análisis de las bóvedas laterales ha demostrado que, a pesar de las formas funiculares identificadas, sigue siendo posible trazar una línea de presiones contenida en la sección. Esto es así aun considerando un grosor inferior al que probablemen-

te tiene la fábrica real. Por lo tanto, la fábrica sigue trabajando a compresión, a pesar de la existencia de formas funiculares.

La capacidad para deformarse de estos edificios pone de manifiesto la importancia que tiene considerar la rigidez para entender determinadas estructuras de obra de fábrica. Tanto la iglesia de Santa maría de Arties como Santa Eularia de Unha, están construidas con una fábrica de piedra que se caracteriza por un tamaño pequeño de las piezas y un mortero con propiedades mecánicas muy pobres. Así, tanto los resultados de los estudios iniciales como los desarrollados en el presente artículo, evidencian la enorme deformabilidad que puede llegar a tener una estructura de fábrica sin llegar al colapso.

Notas

1. Los trabajos se realizaron en el contexto de la asignatura Construcción VI, cursos (2013–14) y (2014–15), con la participación de los siguientes estudiantes: Maria Cartanyà, Antoni Escarré, Teresa Jacas, Josep Martí, Aitana Montero, Xavi Padró y Damián Rodriguez en Santa María de Arties, y Jaume Fabregat Gonzàlez y Anna Royo Bareng en Santa Eulária de Unha.
2. Se utilizó una estación total Topcon IS-203 y una cámara Nikon D7000, con la que se realizaron algunas reconstrucciones parciales en 3D de las bóvedas por medio de fotogrametría.
3. Escáner modelo Scan Station P20 de Leica, cuyas características técnicas son: el tipo de laser es de tiempo de vuelo de alta velocidad mejorado con la tecnología Waveform Digitising (WFD). El ancho de banda es de 808nm (invisible)/658 (visible) y esta es de clase 1 (de acuerdo con IEC60825:2014). La ratio del escaneo es de 1000000 puntos y el ruido es a 100metros de 9.0 mm en colores negros, 4.30mm en colores grises, 1.5mm en colores blancos. El campo de visión es de 360º en horizontal y 270ºen vertical. El Scaner toma datos tanto de distancia como de color de los paramentos estudiados.

Lista de referencias

Alcolea, Santiago. 2008. *La Missió Arqueológica Del 1907 Als Pirineus. Catálogo de La Exposición*. Barcelona.

Bassegoda i Nonell, Joan. 1972. «La Iglesia de Santa María de Arties, Barroca Y Racionalista. Un Templo Sin Cimientos.» *La Vanguardia Española*, no. 28/septiembre: 51.

——. 1974. «Estética Expresionista de La Arquitectura Románica Lombarda En Catalunya Como Consecuencia de Las Deformaciones Formales Y Estructurales de Las Iglesias.» *De Re Restauratoria* 2: 51.

Block, Philippe, Thierry Ciblac, and John Ochsendorf. 2006. «Real-Time Limit Analysis of Vaulted Masonry Buildings.» *Computers and Structures* 84: 1841–52.

Boothby, Thomas E. 2001. «Analysis of Masonry Arches and Vaults.» *Progress in Structural Engineering and Materials* 3 (3): 246–56. doi:10.1002/pse.84.

Costa, Agustí, Gerard Fortuny, Jaume Fabregat, and Anna Royo. 2015. «FEM Assessments on Roofing Constructive Solutions Applied to a XIIth Century Romanesque Church at Vall d'Aran (Spain).» In *Stremah 2015. Proceedings of the Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XIV*, 457–68.

Costa, Agustí, Josep Lluis i Ginovart, Gerard Fortuny, and Sergio Coll. 2014. «Large Deformations on a XIIth Century Romanic Church at Val d'Aran (Spain).» In *Proc. of the 9th International Masonry Conference. Book of Abstracts*, 221.

Culmann, K. 1866. *Die Graphische Statik*. Zürich.

Español, Francesca. 2013. «El Pirineu Desvetllat: Viatges I Descoberta Del Patrimoni Medieval El Pirineu Desvetllat: Viatges I Descoberta Del Patrimoni Medieval. Annals Del Centre d'Estudis Comarcals Del Ripollès, Annals 2010–2011.» *IBIX* 7 (.): 13–36.

Granell, Enric, and Antoni Ramon. 2006. *Lluís Domènech I Montaner. Viatges per L'arquitectura Romànica Catalana*. Barcelona: Colegio de Arquitectos de Cataluña.

Heyman, Jacques. 1995. *The Stone Skeleton: Structural Engineering of Masonry Architecture*. Edited by C. c: Cambridge University Press.

Hooke, R. 1676. *A Description of Helioscopes, and Some Other Instruments*. Edited by R.T. Gunther. London.

Huerta, Santiago. 2004. *Arcos, Bóvedas Y Cúpulas. Geometría Y Equilibrio En El Cálculo Tradicional de Estructuras de Fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

——. 2005. «Mecánica de Las Bóvedas de Fábrica: El Enfoque Del Equilibrio.» *Informes de La Construcción* Vol. 56, n: 73–89. doi:g cen. 1994.1172.

Lancater. 2005. *Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome: Innovations in Cotext*. Cambridge: Cambride Universitu Press.

Lluis i Ginovart, Josep, Agustí Costa Jover, and Sergio Coll Pla. 2016. *Tranhntem Lapides MMXVI. Treball Dels Alumnes de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura Universitat Rovira I Virgili.* Edited by Josep Lluis i Ginovart. Reus.

Méry, E. 1840. *Mémoire Sur L'equilibre Des Voûtes En Berceau. Annales Des Ponts et Chaussées*.

Moseley, Henry. 1833. «On a New Principle in Statics, Called the Principle of Least Pressure.» *Philosophical Magazine* 3: 285–88.

Navier, M. 1826. *Resumé Des Leçons Donnés À l'Ecole Des Ponts et Chaussés Sur l'Application de La Mécanique À l'Etablissement Des Constructions et Des Machines*. Paris: Firmin Didot.

O'Dwyer, Dermot. 1999. «Funicular Analysis of Masonry Vaults.» *Computers & Structures* 73 (1–5): 187–97. doi:10.1016/S0045-7949(98)00279-X.

Ochsendorf, John. 2002. «Collapse of Masonry Structures.» PhD thesis. University of Cambridge.

Polo, and Cots. 2009. «Santa Maria d'Arties (Naut Aran, Val d'Aran): Un Exemple Integrau a Nivèu de Restauracion D'un Monument a Compdar Des Entresenhes Arqueologiques.» In *Cicle de Conferències Patrimoni Arqueològic I Arquitectònic a Les Terres de Lleida 2009*, 75–103.

Roca, P., Cervera, M., Gariup, G., Pelà, L. 2010. «Structural Analysis of Masonry Historical Constructions. Classical and Advanced Approaches.» *Archives of Computational Methods in Engineering, 17, No. 3*, 299–325.

Saez. 1976. «Primera Fase Del Proyecto de Restauración de La Iglesia de Santa María de Artíes En El Valle de Arán (Lérida).» *Cuadernos de Arquitectura Y Urbanismo* 116: 63–71.

Stevin, Simon. 1586. *De Beghinselen Der Weeghconst*. Edited by Christophe Plantin. Leiden.

Theodossopoulos, Dimitris, and Braj Sinha. 2013. «A Review of Analytical Methods in the Current Design Processes and Assessment of Performance of Masonry Structures.» *Construction and Building Materials* 41. Elsevier Ltd: 990–1001. doi:10.1016/j.conbuildmat.2012.07.095.

Villanueva. 1974. «Las Bóvedas de Cañon.» *De Re Restauratoria* 2: 145–58.

El lagar de viga, el motor del caserío vasco

Maite Crespo de Antonio

El lagar era el corazón, el alma y la razón de ser de los caseríos guipuzcoanos del siglo XVI. El siglo XVI supuso una época de bonanza después de la decadencia medieval en este territorio y se puede decir que los «baserritarras» de aquella época fueron gente de iniciativa, emprendedores que miraban al futuro.

Hay que empezar por entender que los caseríos guipuzcoanos, muchos de los cuales aun podemos visitar con más o menos remodelaciones, fueron concebidos no como un edificio sino como una máquina de producción. Las dimensiones de la viga del lagar y la potencia de la propia prensa de la manzana eran las que dictaban la envolvente. Para la realización de esta maquinaria hace falta una idea, un autor, así que podemos deducir que esto no fue una idea alocada de los baserritarras. Según las palabras de Manu Izaguirre,[1] es posible que el lagar de viga tenga su origen en Oriente, en Siria o Mesopotamia, y que fuera importado a Europa a través del Imperio Romano y que finalmente acabara asentándose aquí.

Es sorprendente la velocidad con la que fueron creciendo los caseríos de este tipo por el territorio, en el siglo XVI en Gipuzkoa llego a haber alrededor de 2000 caseríos-lagar, todos ellos construidos en un lapso de tiempo de unos 70 años. Es posible que dicho apogeo del «dolare» o «tolare», en euskera, viniese dado por la necesidad primaria de la sidra en la sociedad de aquella época. Se sabe que los marineros y balleneros del siglo XVI se echaban a la mar con «kupelas» o barriles de sidra como principal sustento alimenticio y como fundamental antídoto contra el escorbuto debido al gran aporte de vitamina C. Según datos aportados por Zuhaitz Akizu, guía del Museo Igartubeiti,[2] cada marinero consumía una media de 3 litros diarios de sidra. Como se ha dicho con anterioridad en el siglo XVI la sidra era un alimento fundamental con menos gradación alcohólica que la sidra que conocemos hoy y con gran valor vitamínico y energético. En los lagares de viga llegaban a producirse 2000 litros al día en la época de producción.

Llama la atención como todo el caserío giraba en torno a la producción de la sidra. La propia estructura del edificio se ponía en absoluto peligro para la obtención del preciado zumo, y sin embargo el lagar se ponía en marcha durante poco más de una semana al año.

Pese al gran esplendor que tuvo el caserío lagar solamente funcionó durante 70 años. Cuando el precio de la sidra cae y se abandona la caza de la ballena, empieza a carecer de sentido el esfuerzo que supone construir y mantener el lagar de viga. Así pues el caserío busca otras funciones, otras labores, y la sidra sigue produciéndose pero no al ritmo que lo había hecho hasta entonces. Llega a los caseríos vascos el tolare barroco, una prensa mucho más compacta, que produce menos cantidad de sidra pero que sin embargo, y para tranquilidad de los habitantes de los caseríos no pone en juego la estabilidad de la estructura del edificio. Un ejemplo de lagar barroco encontramos en Arizkun, Navarra (figura 1).

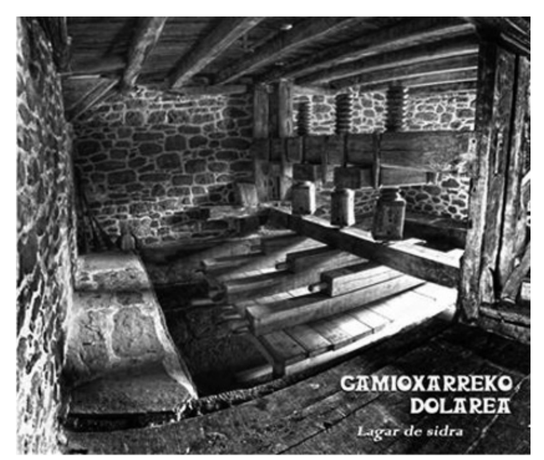


Figura 1
Gamioxarreko Dolarea en Arizkun, en el valle del Baztán (Navarra)[3].(Imagen extraída de www.bizibaratzea.eus)

Probablemente la existencia explosiva, breve y fugaz, que tuvo el lagar de viga en los caseríos y el paso del tiempo ha hecho que este sistema de extraer la sidra haya sido borrado de la memoria colectiva. Seguramente en el siglo XVI cada una de las piezas que conforman el dolare poseería su nombre y sus características propias y sin embargo es un léxico que desgraciadamente se ha perdido (Tellería 2011). Lo que para nosotros es hoy un artilugio fascinante, quizá para las generaciones que vivieron el funcionamiento del lagar de viga supuso mucho esfuerzo, mucho trabajo y una gran incertidumbre, poniendo en peligro la estabilidad de su hogar.

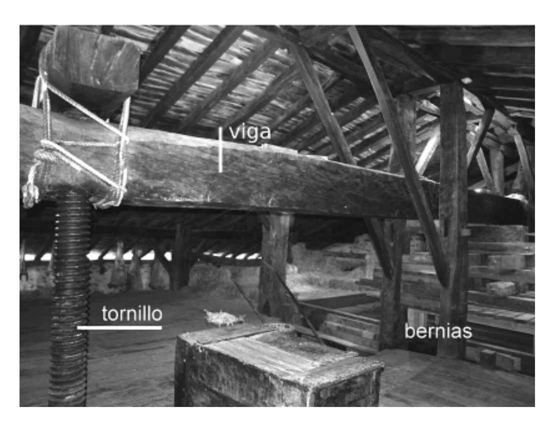


Figura 2
Vista general del lagar de viga en el caserío-museo Igartubeiti

Hoy en día no existe ningún lagar de este tipo completo y en uso, salvo el caso especial de Igartubeiti (figura 2), en el que ha sido recuperado a modo de museo. Sin embargo, sí se encuentran muchos restos de este antiguo mecanismo en muchos caseríos, permitiendo elucubrar cómo pudo ser este sistema rudo y torpe a la vez que fascinante.

Lagar (Tolarea)

El lagar es una prensa que se emplea para extraer el jugo de la manzana en el caso de Gipuzkoa. En otras geografías pudo ser usado de la misma manera para prensar uva (figura 3).

El lagar de viga es un ejemplo de sencillez y eficacia y que fue fundamental como máquina y tecnología en un periodo concreto de la economía vasca. Estas cualidades, junto a su utilidad, le han hecho ser uno de los ingenios más antiguos que han llegado hasta nuestros días (Soler 2014). Está constituido por unas partes mecánicas y la propia estructura del edificio, ya que además de albergar el mecanismo forma parte de él.

En un lagar de viga, para realizar el trabajo de prensar, se aplica el principio de la palanca. Para su estudio, en el lagar o tolare se diferencian dos partes: la construcción y el mecanismo. En la figura 4, se muestran los distintos elementos del caserío-lagar; 1. Husillo o torillo 2. Camarote o secadero 3. Viga del lagar 4. Viga de la cumbrera 5. Bernias 6. Pajar 7. Pulpa de la manzana 8. Masera 9. «Kupela» o tonel de recogida 10. «Ikulu» o cuadra 11. Piedra de contrapeso 12. Cocina u hogar 13. Puerta contra incendios 14. Alcobas 15. Bodega 16. Medianil cortafuegos.

Aunque mezclados con la propia construcción, puede decirse que los elementos propios del mecanismo del lagar son 1, 3, 5, 8 y 11. Es decir, el tornillo, la viga del lagar, las bernias, la masera y la piedra de contrapeso.

Construcción

Esta parte del lagar, la que se refiere a la construcción es la que habitualmente mejor se conserva, ya que además de ser elementos fundamentales para la

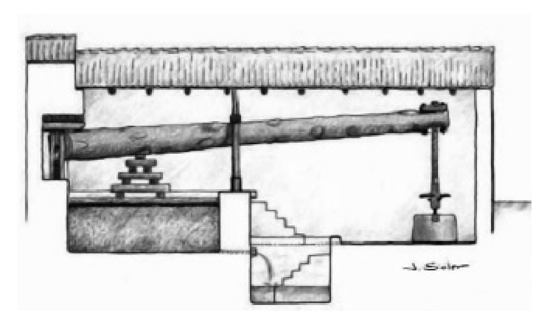


Figura 3
Dibujo a mano por Jorge Miguel Soler Valencia de la posible sección del lagar segoviano de Aldehorno (Soler 2014)

producción de la sidra, son parte integrante de la estructura portante del edificio.

Bernias. El lagar, en su modelo primitivo, se instala como parte integrante de la estructura del caserío. Los postes centrales, los encargados de soportar el «gallur» de la cubierta, la viga de la cumbrera, se duplican tanto en la crujía marrana como en la ballesta para albergar en medio la gran viga que bascula en función de la necesidad de presión sobre las manzanas a la hora de extraer de ellas el zumo. Estos postes dobles reciben el nombre de bernias.

Masera. La masera es en sí una parte del forjado en la planta primera entre la crujía ballesta y la marrana de forma cuadrangular y rebajado unos centímetros con respecto al nivel del resto del forjado. En este lugar se colocan las manzanas para su posterior prensado. Esta parte del forjado no es soportada por solivos sino por «sobigaños», vigas de gran escuadría que tienen que ser capaces de soportar la presión que ejerce la prensa.

El caserío comenzaba a construirse por los pórticos centrales, conocidos como crujía marrana y ba-

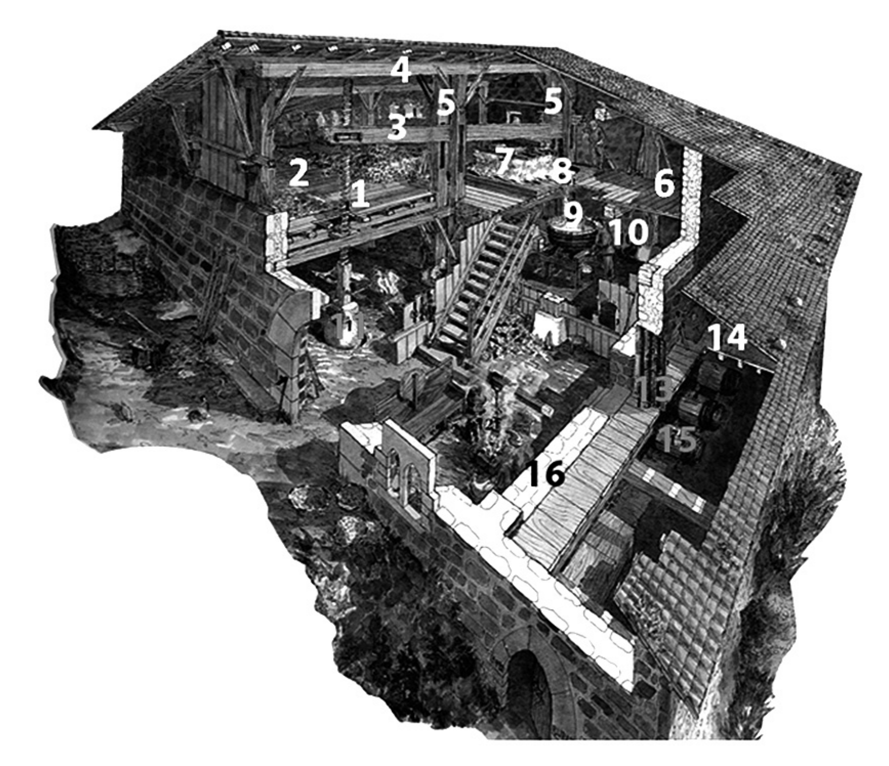


Figura 4
Caserío genérico del siglo XVI con lagar de viga (Santana 1993) donde pueden distinguirse las distintas partes mencionadas anteriormente

llesta, que son los pórticos que en contienen las bernias y sobre los cuales pendula la viga de la prensa.

A continuación se ataba un pórtico con el otro mediante los sobigaños, que eran los encargados de soportar toda la presión que el lagar ejercía.

Después se introducía la gran viga del lagar, con su tornillo de accionamiento y la piedra de contrapeso. Si fuese antes la construcción del caserío en sí, no habría forma de introducir la viga a posteriori. De hecho sustituir esa pieza en el caso de rotura, sería prácticamente imposible.

Se añadía al menos una crujía trasera y otra delantera, y se estabilizaba todo el conjunto con el forjado de solivos.

Lo último en construirse era el cerramiento, tanto los muros de mampostería como la cubierta.

En este esquema es fácil hacerse cargo de que lo realmente importante en el siglo XVI era la maquinaria del lagar, lo primero en construirse, mientras que el resto del caserío no era más que una envolvente (figura 5).

Mecanismo

Son piezas características del lagar de sidra, y que sin embargo, han desaparecido o han sido reutilizadas con otros fines tras caer en desuso esta forma de producir sidra.

Viga. La presión necesaria para el prensado de la manzana la ejerce una enorme viga de madera de roble, de grandes proporciones tanto en escuadría (50 cm de lado aprox.) como en longitud (alrededor de 10 metros).

Es una pieza que difícilmente podemos encontrar hoy en día, ya que después del abandono del lagar de viga, esta pieza de gran calidad era muy susceptible de reutilización o venta.

La viga del lagar procedía de árboles que habían sido cuidados durante cientos de años para alcanzar esta calidad de madera en una sola pieza y de semejantes dimensiones.

Tornillo o Husillo. La palanca está dotada de un tornillo o husillo de madera de dos plantas de altura, unos 6 metros. El tornillo esta tallado en madera de tejo o encina y colocado en la parte delantera de la viga, cerca de la fachada principal. Es una pieza de madera de sección circular y roscada y se encarga de accionar el mecanismo, de subir y bajar la palanca según sea necesario.

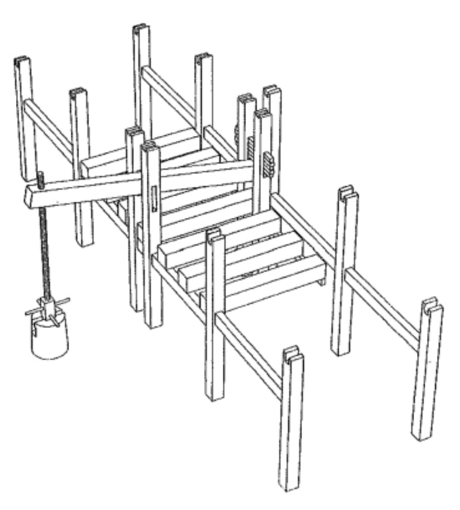


Figura 5
Primer paso en el proceso constructivo de un lagar gipuzkoano genérico, construcción del lagar entre las dos crujías centrales (Santana et al. 2002)

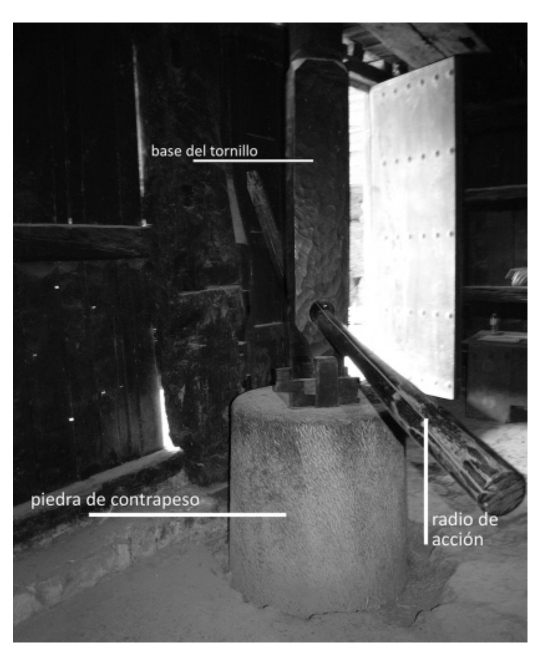


Figura 6
Piedra de contrapeso y arranque del tornillo en la planta baja del caserío-museo Igartubeiti

En la planta baja el tornillo está engarzado en una piedra de sección circular y de unos 1000 kilogramos de peso, que ayuda a contrapesar (figura 6).

Ha de reconocerse, pese a lo fascinante de la máquina-lagar, que la extracción del jugo de las manzanas ponía en juego la estabilidad del caserío en su totalidad. La tensión extra que introducía la prensa de la manzana en la estructura portante del edificio, a veces, incluso ocasionaba el derrumbe de alguna de las fachadas.

Fusibles. Se denominan así a las piezas de madera, pequeñas tanto en escuadría como en longitud si se comparan con otras piezas, y que se utilizaban para retacar los huecos de las bernias del lagar. Dependiendo del movimiento del lagar había que ubicar los «fusibles» en un determinado lugar.

Se les denomina coloquialmente fusibles porque estaban sometidos a mucha presión y se rompían con frecuencia. Sin embargo, para los baserritarras, conocedores de esto, era preferible sustituir estas piezas, fáciles de sustituir, a tener que sustituir la viga o el tornillo, mucho más caras y difíciles de sustituir.

Igartubeiti como ejemplo

El caserío-museo Igartubeiti, mencionado anteriormente, está situado en Ezkio-Itsaso (Gipuzkoa). Es el único ejemplo en el que se puede apreciar cómo eran estos edificios-máquina de exageradas dimensiones, recreando la realidad del siglo XVI (Santana et al 2003; Akordagoitia 2004). Este caserío fue elegido como representante de este tipo arquitectura vernácula. Fue adquirido por la Diputación Foral de Gipuzkoa en el año 1993 con el fin de convertirlo en museo. Hoy en día es muy valorado como exponente de los caseríos de esa época y el lagar de viga se pone en marcha una vez al año (en octubre).

Los trabajos de restauración del caserío en su integridad terminaron en el año 2001. La apertura al público como museo fue ese mismo año. Pese a lo interesante de la obra de restauración por su alto rigor científico, histórico y arquitectónico, nos centraremos exclusivamente en el lagar de viga recuperado, ya que sirve de punto de partida para este análisis.

El lagar recuperado en Igartubeiti es un enorme artilugio mecánico de madera situado en la planta primera del caserío, ocupando el eje central de la misma en toda su longitud. El elemento fundamental de la prensa es un gran tronco de árbol escuadrado, de 10 metros de largo, que actúa como brazo de palanca accionado a tracción por un mecanismo de tornillo vertical situado en el extremo delantero del mismo. Esta viga palanca aplica su esfuerzo sobre una plataforma de prensado denominada masera, en la que previamente se han acumulado las manzanas troceadas cubiertas por un castillete de tablas y maderos que permite distribuir uniformemente la presión. Para resistir esta carga es preciso que la masera se apoye sobre un forjado de enormes vigas paralelas a la palanca, que se conocen como sobigaños, los cuales, sorprendentemente, descansan sobre dos jácenas transversales mucho más delgadas. Para mayor desconcierto, una de estas jácenas, la trasera, a la que hemos denominado «ballesta», suele aparecer con sus extremos libres, en voladizo (Santana et al 2003).

Para evitar el movimiento horizontal de bamboleo de la viga palanca, y con él el desplazamiento del punto de apoyo, ésta aparece enmarcada por dos parejas de postes llamados bernias. Estos postes son los mayores de todo el caserío, ya que al estar situados en el centro soportan directamente la cumbrera del edificio y determinan por tanto la altura total del mismo. Tradicionalmente estas piezas son enterizas, son pilares de una sola pieza desde la planta baja hasta la cumbrera con la complicación que esto supone en la construcción, la restauración y la sustitución de piezas.

Simultáneamente las bernias son solidarias con el resto de la estructura de viguería, con la cual se enlazan, de modo que no resulta exagerado afirmar que el lagar no solo determina dos de las medidas básicas del volumen del edificio –longitud y altura– sino que condiciona toda la ordenación estructural y con ella la distribución espacial del caserío.[4]

La simbiosis de vivienda y lagar fue unánime en todos los caseríos guipuzcoanos del siglo XVI. Se construyó una amplia variedad de casas de labranza en aquella época, con diferentes niveles de calidad, diferentes combinaciones de materiales, criterios de composición y de organización estructural y espacial, pero nadie fue capaz de renunciar a disponer de su propia sidrería familiar, aun cuando estos ingenios suponían un importante incremento en el costo de la construcción de la casa y tan solo se utilizaban durante una semana al año. Tomando como base este ejemplo se ha estudiado detenidamente el funcionamiento de este mecanismo (figura 7).



Figura 7
Foto de la maqueta divulgativa en el caserío-museo Igartubeiti para explicar el funcionamiento del lagar, en este caso apoyándose en la crujía ballesta.

Análisis del Funcionamiento mecánico del lagar de viga

Como ya se ha mencionado con anterioridad en lagar de viga responde al funcionamiento mecánico de una palanca. La palanca es una máquina simple que tiene como función transmitir una fuerza y un desplazamiento. Está compuesta por una barra rígida (en este caso la viga) que puede girar libremente alrededor de un punto de apoyo llamado fulcro (en este caso los fusibles colocados en las ranuras de la crujía ballesta o la marrana, en función si la palanca ejercida es de primer género o de segundo). Se recuerda la ley de la palanca: «Potencia por su brazo es igual a Resistencia por el suyo».

Puede utilizarse para amplificar la fuerza mecánica que se aplica a un objeto, para incrementar su velocidad o la distancia recorrida, en respuesta a la aplicación de una fuerza.

Palanca de primer género

El fulcro se encuentra situado entre la potencia (P) y la resistencia (R). Se caracteriza en que la potencia puede ser menor que la resistencia, aunque a costa de disminuir la velocidad transmitida y la distancia recorrida por la resistencia. Para que esto suceda, el brazo de potencia (Bp) ha de ser mayor que el brazo de resistencia (Br) (figura 8).

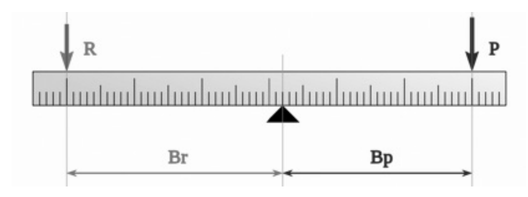


Figura 8
Palanca de primer género (wikipedia)

Cuando lo que se requiere es ampliar la velocidad transmitida a un objeto, o la distancia recorrida por éste, se ha de situar el fulcro más próximo a la potencia, de manera que Bp sea menor que Br.

Palanca de segundo género

La resistencia (R) se encuentra entre la potencia (P) y el fulcro. Se caracteriza en que la potencia es siempre menor que la resistencia, aunque a costa de disminuir la velocidad transmitida y la distancia recorrida por la resistencia (figura 9).

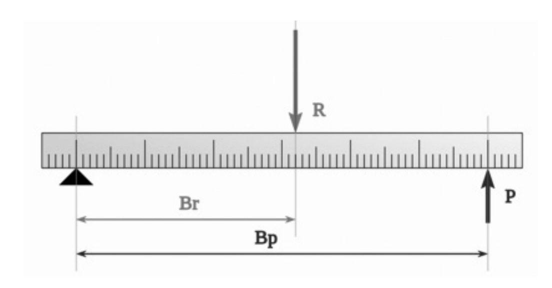


Figura 9
Palanca de segundo género (wikipedia)

Existe un tercer género de palancas, que en esta ocasión se va a obviar debido a que no nos acomete para el entendimiento del funcionamiento del lagar, ya que el lagar de viga funciona como una palanca de primer o segundo género, en función de cómo se utilice.

Depende de cómo se accione el tornillo, la palanca subirá o bajará y se apoyará en un fulcro o en otro; es decir, en ocasiones se apoyará en las bernias de la crujía marrana y en otras en las bernias de la crujía ballesta. Palanca de primer grado o de segundo, consecutivamente.

Si trasladamos esa simplificación al caso concreto de un caserío genérico; Fm es la fuerza motor o propiamente muscular que ejerce el casero en la base del tornillo al empujar con su propio cuerpo para accionar el tornillo. A su vez para accionar el tornillo se precisa otra palanca que permite que el radio de giro (r) sea mayor y aplicar así un momento mayor (figura 10).

P es fuerza axial transmitida al tornillo o potencia aplicada en la palanca, siempre será de la misma magnitud pero puede ser variar el sentido, hacia arriba o hacia abajo en función de hacia qué lado se proporcione el giro.

R es resistencia que supone el volumen de manzanas a prensar.

d_1, d_2, d_3 son las distancias que actúan como brazos en la ley de la palanca dependiendo de donde se sitúe el fulcro, generando una palanca de un tipo o de otro.

Hipótesis 1

Si hace girar el tornillo de tal manera que suponga en uno de los extremos de la viga del lagar una fuerza vertical hacia arriba, estaremos ante una palanca de primer género. Es decir que el fulcro estará en el centro de la viga del lagar, en las bernias de la crujía marrana.

En este caso para contrapesar la fuerza vertical la piedra cilíndrica ubicada en la planta baja tiene un gran papel. Nunca la fuerza que proporcione el casero debe ser mayor al peso de la piedra.

$P \cdot d_3 = R_1 \cdot d_2$; donde se deduce que $R_1 = P \cdot d_3 / d_2$

Hipótesis 2

Si, por el contrario, se hace girar el tornillo de tal manera que suponga en la viga del lagar una fuerza vertical hacia abajo en uno de sus extremos, estaremos ante una palanca de segundo género. Es decir que el fulcro estará en el otro extremo de la viga del lagar.

En este caso la fórmula para hallar R es diferente, es decir los brazos de palanca varían.

$P \cdot (d_1 + d_2 + d_3) = R_2 \cdot d_1$; donde se deduce que $R_2 = P \cdot (d_1 + d_2 + d_3) / d_1$

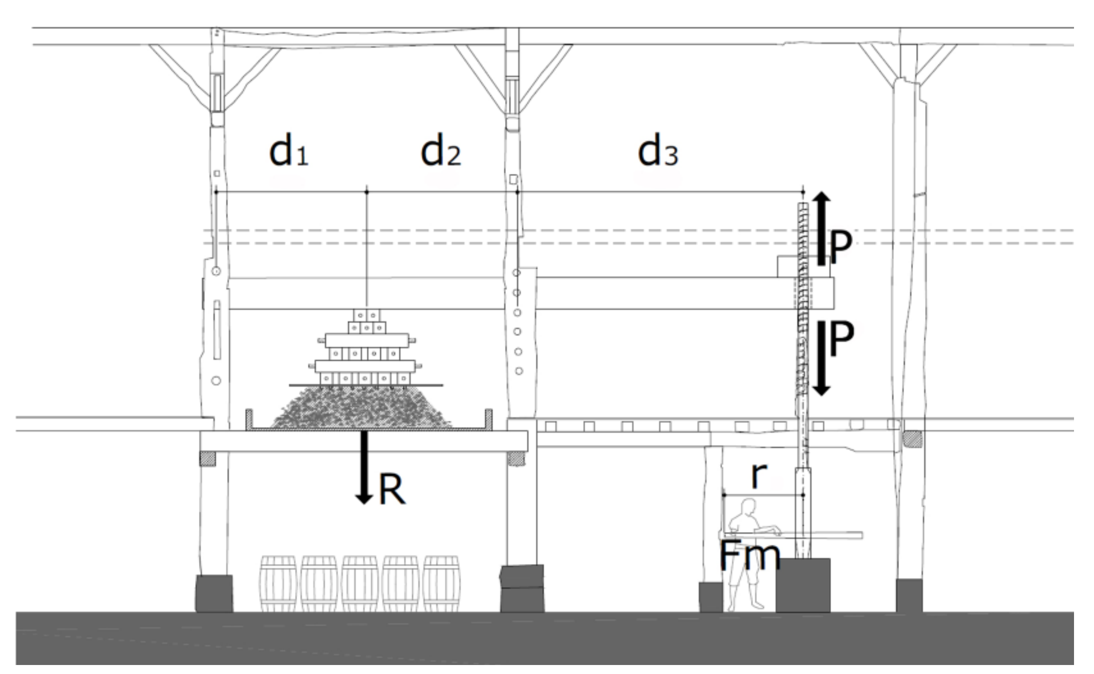


Figura 10
Esquema del accionamiento del lagar en un caserío genérico

La fuerza que ejerce el casero para accionar el tornillo siempre será la misma, equivalente a su propio peso al empujar, que multiplicado por el radio de giro y el paso de rosca del tornillo, darán una potencia P siempre igual, dando igual hacer girar el tornillo en un sentido o en otro. Sin embargo, la resistencia R que se obtiene es bien distinta, ya que al accionar el tornillo en un sentido u en otro provoca que la viga suba o baje obligando a situar el fulcro en un punto u en otro.

En el caso del lagar genérico que se analiza, se supone que la viga mide 10 metros de longitud total y que se distribuye de la siguiente manera al apoyarse en distintos fulcros y aplicar la resistencia sobre el castillete:

$d_1=L/4=2.5$ m
$d_2=d_1=L/4=2.5$ m
$d_3=L/2=5$ m

De modo que la resistencia que se ejerce sobre las manzanas es distinta siendo igual la fuerza que ejerce el casero.

En la palanca de primer género:

$R_1 \cdot d_2 = P \cdot d_3$; por lo que $R_1 = P \cdot d_3/ d_2$; y simplificando se deduce que $R_1 = 2 \cdot P$

En la palanca de segundo género:

$R_2 \cdot d_1 = P \cdot (d_1+ d_2+ d_3)$; por lo que $R_2 = P \cdot (d_1+ d_2+ d_3)/d_1$; y simplificando se deduce que $R_2 = 4 \cdot P$

Conclusiones

En el prensado de la manzana, seguramente accionarían la palanca indistintamente, sin prestar mucha atención a la fuerza que realmente se ejercía sobre las manzanas, al menos al principio de su utilización.

Este cálculo simple, ayuda a comprender que no es lo mismo accionar el tornillo en un sentido o en el otro.

Si se cumple la distribución de distancias que se ha presentado en este trabajo, es decir $d_1+d_2+d_3=L$ siendo $d_1=d_2=L/4$ y $d_3=L/2$, la fuerza que se ejerce sobre las manzanas es exactamente el doble si se aplica la palanca de segundo género, siendo igual la fuerza que ejerce el casero para accionar el tornillo.

Por lo tanto, lo óptimo era que el lagar de viga funcionase como una palanca de segundo género, es decir apoyándose en la ballesta, y probablemente lo sabrían en el siglo XVI. Sin embargo, por comodidad de subir y bajar el tornillo para después volverlo a subir, aprovecharían todas las «lagaradas», aplicando la palanca de segundo género y después de primero reiterativamente hasta extraer todo el jugo de las manzanas.

Notas

1. Manu Izagirre es arquitecto técnico de patrimonio del Departamento de Cultura de la Diputación Foral de Gipuzkoa. El 12 de junio de 2011 ofreció una visita en Igartubeiti en la que trató el tema de la filosofía de la actuación y los criterios generales de la conservación máxima de las estructuras originales. Del video de aquella visita se ha extraído información muy valiosa. www.youtube.com/watch?v=Kbce499557Q&feature=related
2. Zuhaitz Akizu es guía del Caserío-Museo Igartubeiti. Él aporta numerosos datos para la elaboración de este documento. Se enlaza un video de programa de Eitb, Sustraiak, en el que Zuhaitz Akizu explica la historia del edificio. https://www.youtube.com/watch?v=BpQ5z120nP4
3. El lagar de Gamioxarrea en Arizkun (Navarra) es un lagar barroco del s. XVIII. Es una prensa mucho más compacta, ubicada en la planta baja, en la que a través de cuatro tornillos se ejerce presión sobre una viga y ésta sobre el castillete. Produce menos cantidad de sidra en cada lagarada, pero no pone en peligro la estabilidad del edificio ya que es un mecanismo exento de la estructura portante.
4. Visita a el Caserío-Museo Igartubeiti a través del colectivo «Atari» en su programa de divulgación arquitectónica «Entre sin llamar», Ibon Telleria y Maite Crespo. https://www.youtube.com/watch?v=_mXPuzJKDY&t=85s

Referencias

Akordagoitia Murua, M. 2004. *El Caserío Igartubeiti: análisis de la musealización de un museo desde su vertiente presencial y virtual*. *Íber: Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 10(39), 77–83.

Tellería Julián, I. 2011. *IbarrolaH.* Aldiri: arkitektura eta abar, 6; 20–21

Santana, Alberto. 1993. *Bertan4. Baserria.* Departamento de Cultura y Turismo de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

Santana, A.; Larrañaga, J. Á.; Loinaz, J. L. y Zulueta, A. 2002. *Euskal Herriko baserriaren arkitektura/ La arquitectura del caserío de Euskal Herria. Volumen I-II*. Gobierno Vasco.

Santana, A.; Izagirre, M.; Sagarzazu, I.; Ibañez, M.; Torrecilla, M. J.; Zabala, M. Ayerza, R.; Cano, M.; Studer, G. y Tellabide, J. 2003. *Igartubeiti, un caserío guipuzcoano. Investigación, restauración y difusión*. Departamento de Cultura, Euskera, Juventud y Deporte de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

Soler Valencia, J. 2014. *Patrimonio industrial de segovia* .Real Academia de Historia y Arte de San Quirce. Patrocinado por la Diputación de Segovia.

Hacia una arquitectura de montaje: inicios del *steel framing*

Borja Cruz López

El siguiente artículo pretende presentar los inicios del uso de perfiles de pequeño espesor conformados en frío como sistema estructural. La utilización de chapas conformadas en frío se origina en Inglaterra y Estados Unidos hacia mediados del siglo XIX. El impulso mayor en su uso se da en el período de entre guerras del siglo XX, logrando un desarrollo importante tras la 2ª guerra mundial.

La manera de construir a base de perfiles de acero de pequeño espesor, le debe su ser, al antecedente de las estructuras aligeradas de madera (ballon frame). Además este nuevo sistema constructivo está ligado por un lado, a la búsqueda de una arquitectura de montaje y por otro lado, al desarrollo de otros inventos y patentes que surgen hacia finales del siglo XIX. Como objetivo específico se estudiará la vivienda Stran-Steel construida para la Exposición Universal de Chicago de 1933, el primer ejemplo documentado de vivienda construida con el sistema Steel framing. Se finalizará mostrando el desarrollo de las normativas de diseño específico de este tipo de estructuras.

Desarrollo de nuevos materiales y técnicas

Ballon Frame

El sistema constructivo conocido como ballon frame, consistente en entramados ligeros de listones de madera, tiene un origen históricamente referenciado en la ciudad de Chicago, en particular a Augustine Taylor y a George Washington Snow, como inventores y la iglesia St. Mary como el primer edificio que utilizaba esta técnica, alrededor del año 1832, pese a que no hay registros de que ninguno de los dos asumiera la autoría de la invención del sistema constructivo. La palabra inglesa balloon, se puede asimilar al término francés boullin, haciendo referencia a una técnica constructiva utilizada por los franceses a lo largo del río Mississippi a principios del siglo XIX (Cavanagh 1997). Aunque lo más seguro sería pensar que el sistema balloon frame se fue desarrollando paulatinamente como una evolución de las técnicas de construcción europea de madera, adaptada a EEUU(Turan 2009), donde había abundancia de material pero escasez de carpinteros cualificados. Mediante el aligeramiento de las piezas de la estructura (listones de 1×2 pulgadas), se consiguió sustituir las juntas de carpintería del sistema tradicional por el empleo, en su lugar, de simples clavos. Para el desarrollo de la técnica eran necesarios muchos clavos por lo que la industrialización de las fábricas de clavos fue crucial para el desarrollo del sistema. Gracias al sistema constructivo, se favoreció el enorme crecimiento de Chicago en pocos años y permitió además exportar el sistema estructural, que hasta 1870 era conocido como «Chicago construction» (Pizzi 2003), hacia las ciudades del oeste americano.

Chapa corrugada en edificación, inicios de la prefabricación

La chapa corrugada fue inventada en 1829 por Henry Robinson Palmer, arquitecto e ingeniero de la London Dock Company. Aunque desde 1808 se conocía que las láminas de hierro podían hacerse más finas y fuertes pasando a través de unos rodillos (Mornement 2007), la innovación de Palmer fue la aplicación de estas chapas corrugadas de acero para los tejados y otras partes de los edificios (patente número 5786, concedida el 26 de Abril de 1829). Durante los siguientes 20 años el material fue mejorando. En 1936, Stanislas Sorel patentó el proceso de galvanizado sumergiendo en zinc fundido. Además de la patente de Sorel de 1836, una patente británica para un proceso similar fue concedida en 1837 a William Crawford. Aunque se empieza a ver su uso en edificios, como por ejemplo en las enormes cubriciones sobre las estaciones de ferrocarril, la demanda de las chapas conformadas era baja.

El gran cambio en la extensión del uso de la chapa corrugada se produjo tras el descubrimiento de oro en el río Sacramento en 1848. La necesidad de alojamiento era alta y se estima que solamente en la primera mitad de 1849, cerca de 5000 casas prefabricadas fueron transportadas desde Nueva York.

En el Journal of Commerce, Peter Naylor, un constructor de tejados de Nueva York, anunciaba en 1849: «Portable Iron houses for California», en el anuncio se decía que una vivienda de 20 × 15 pies podía ser construida en menos de un día, era más barata que una de madera, a prueba de fuego y mucho más confortable que una tienda» (Browning 1995). Se convirtió en el mayor fabricante, transportando más de 600 kits de casas de chapa corrugada de Inglaterra sólo en 1849.

A lo largo de la década de 1850 fabricantes del Reino Unido como Edward T. Bellhouse, Samuel Hemming, Charles Young o John Walker, entre otros, fabricaron cientos de casas de hierro prefabricadas con diferentes sistemas para California, Australia y Sudáfrica (Lewis 1985). Un informe de 1854 indica que 30.329 pack de casas de hierro fueron importadas al estado de Victoria (Australia) en un solo año (Herbert 1976), lo que da una idea del volumen que este tipo de construcciones tuvieron en la época (figura 1).

A partir de 1860 el negocio de las cabañas prefabricadas con chapa decayó cuando las colonias em-



Figura 1
Vivienda de chapa de acero de 1855 en Melbourne aún en pie (www.nationaltrust.org.au)

pezaron a desarrollar sus propias industrias. La invención del Nissen Hut en 1915 por P.N. Nissen, unas cabañas construidas enteramente con chapa corrugada revitalizó su uso a partir de la 2ª Guerra Mundial, como una solución barata, rápida de montar y flexible para la edificación.

Placas de cartón-yeso

El 23 de mayo de 1890 Augustine Sackett presentó un nuevo invento en la oficina de patentes de Estados Unidos, concedida y publicada posteriormente el 22 de mayo de 1894.

El objetivo de Sackett era encontrar un material sencillo, que protegiera las estructuras de madera de la época y sirviera para formar los tabiques interiores de las viviendas en sustitución a los listones de madera y yeso que se usaban hasta entonces (figura 2).

El invento consistía en unas placas o tableros formados por alternativas capas de papel y un material con fuerte adherencia, el yeso blanco. En la patente se describe que el papel usado para la preparación de las muestras es papel de Manila y la composición del yeso formado preferiblemente con yeso blanco con suficiente agua para que se pueda extender fácilmente.

Se explicaba el proceso de superposición de las capas de papel y yeso hasta formar el espesor del tablero requerido (de cuatro a ocho capas). Sackett ya anunciaba en la redacción de la patente, que otros materiales se podrían usar en lugar del yeso blanco,

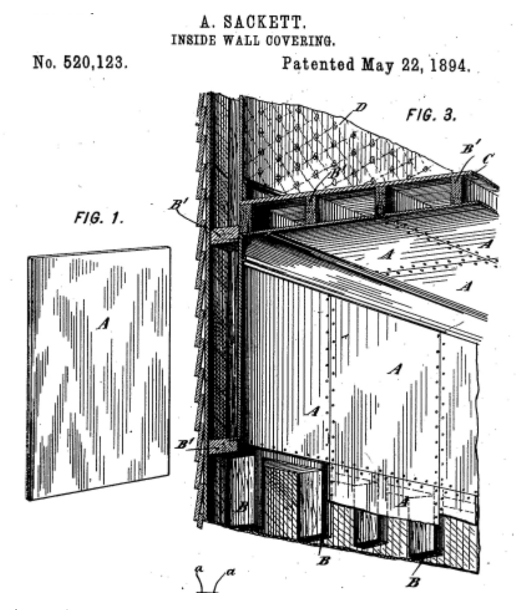


Figura 2
Patente del tablero Sackett

por ejemplo morteros a base de limos y arenas finas o cementos hidráulicos. En 1909, el invento de Sackett, bautizado como Sackett Board fue adquirido junto con la Sackett Plaster Board Company por la United Statates Gypsum Corporation. En 1917, un nuevo proceso de fabricación producía paneles con una capa simple de yeso y papel que podía ser unida a lo largo de una pared formando una superficie lisa. Este producto llamado originalmente Adamant Panel Board, se conoció luego comercialmente como Sheetrock.

Aunque inicialmente las juntas entre paneles se cubrían mediante tiras de madera a partir de 1920 se extendió el uso de cintas adhesivas para tapar las juntas tal como lo conocemos hoy en día.

Los inicios del *Light Gauge Steel Framing*

Aunque como hemos visto el conformado de chapas en frio ya es aplicado a la edificación desde mediados del siglo XIX, las formas reconocibles de los perfiles de chapa delgada tal y como los conocemos hoy se empiezan a ver en edificaciones de principios del siglo XX, siguiendo unas dimensiones y métodos de construcción miméticos a los empleados en la construcción de madera tipo ballon frame.

La preocupación, sobre todo, tras el gran incendio de Chicago de 1871 seguido del de Boston al año siguiente, por hacer estructuras resistentes al fuego, hizo desarrollar toda clase de patentes y nuevas tecnologías constructivas. Basta echar un vistazo a los catálogos de fabricantes de construcción de principios de siglo en EEUU (Sweet's Architectural Catalogue, 1906) donde multitud de empresas anuncian sus productos como incombustibles, desde materiales cerámicos como la empresa del recientemente redescubierto R.Guastavino (R.Guastavino Company, Sweet's Architectural Catalogue, 1906 pag 82), que por entonces estaba a cargo de su hijo, hasta los nuevos paneles de yeso Sackett Board. En estos catálogos empiezan a verse diferentes empresas que desarrollan productos de acero para la edificación parecidos a los perfiles conformados en frío de la actualidad.

El acero había hecho su aparición en edificación en la ejecución de estructuras en los primeros rascacielos que se erigieron en Estados Unidos. Desde ese primer ejemplo, el Home Insurance Building erigido en Chicago en 1884, el uso del acero empezó a extenderse a la construcción de factorías y edificios de oficinas, y en las primeras décadas del siglo XX, empiezan a desarrollarse nuevos sistemas especialmente diseñados para la edificación de casas.

En 1901 se aprueba la patente presentada por William L. Caldwell: Stud for building Construction (Patent No.629316, 10 Septiembre 1901), se trataba de usar los perfiles de acero conformado con lengüetas que pudieran luego facilitar fijar una malla metálica como soporte para el revestimiento (figura 3).

A raíz de la patente aparecen diferentes empresas que desarrollan perfiles para su uso en edificación. The Berger Manufacturing Co., ya muestra en sus catálogos comerciales de 1910 (Sweet's Architectural Catalogue, 1910, pag. 356), distintos sistemas de perfiles conformados tanto para partición interior (Berger Prong-Lock Steel Studs and Furring) con espesores de chapa de entre 0,9 y 1,6 mm, como para forjados. Este último producto, llamado Berger's Metal Lumber consistía en viguetas, canales y angulares de acero conformado y se vendía como especialmente diseñado para sustituir la madera de las estructuras en viviendas. La «The General Fireprofing Company» fundada en 1902 de Ohio, famosa por sus

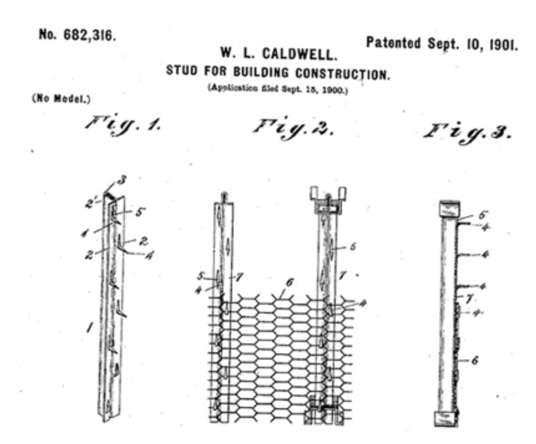


Figura 3
Patente de W.L. Caldwell



Figura 4
Ejemplos construidos de Berger's Metal Lumber. Catálogo 1924

escritorios de oficina de acero, muestra también, en los catálogos comerciales de 1920 (Sweet›s Architectural Catalogue,1920) sus propias variantes del Steel Lumber: «GF Steel Lumber ofrece una construcción ligera económica que es permanente, duradera, incombustible e insonora» Tanto este sistema como el de otras empresas (Truscon, The Youngstown Pressed Steel Company, Penn Metal Company) planteaban similares sistemas estructurales para forjados mediante viguetas doble C espalda-espalda, con espesores mínimos de 1,8 mm.

Siguiendo los catálogos de la Berger Manufacturing Co. (1929) y de The General Firepoofing Company (1926) vemos ejemplos construidos, así como soluciones constructivas y estructurales donde se mezclaban forjados realizados con perfiles de chapa de pequeño espesor junto con otros sistemas estructurales portantes: acero laminado o muros de ladrillo.

De estos primeros ejemplos del uso de los perfiles conformados, no nos han llegado hasta el día de hoy apenas algunos edificios. Uno de estos ejemplos documentados, es el Virginia Baptist Hospital, en Lynchburg, Virginia (EEUU), que gracias a una reciente rehabilitación sacó a relucir la estructura original de los años 20. Se trataba de un sistema similar al que se ve en la Figura 4 mediante viguetas doble C espalda-espalda de acero conformado, que descansaban sobre muros de carga de mampostería. Los ingenieros encargados de la rehabilitación confirmaron que la mayoría de las viguetas originales estaban en perfecto estado de uso más de 80 años después. Los dueños de estas empresas de los años 20 no se quedaban cortos al hablar de un *sistema permanente y duradero*.

La figura 5 sirve para ilustrar el sistema, se puede ver como las viguetas dobles espalda-espalda que forman el forjado, están arriostradas mediante pletinas en X de 0,9 mm de espesor de cada tercio de luz del vano, siguiendo los principios que regían la construcción con madera. Por aquel entonces los forjados se constituían mediante una malla nervometal sobre la que se aplicaba una capa fina de hormigón.

Otro dato interesante es que en estos catálogos los fabricantes ponían a disposición de los ingenieros, arquitectos y constructores tablas para el correcto di-

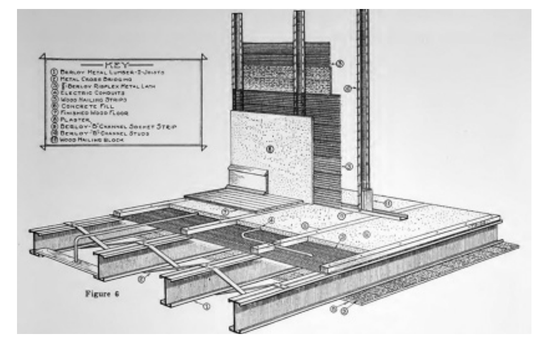
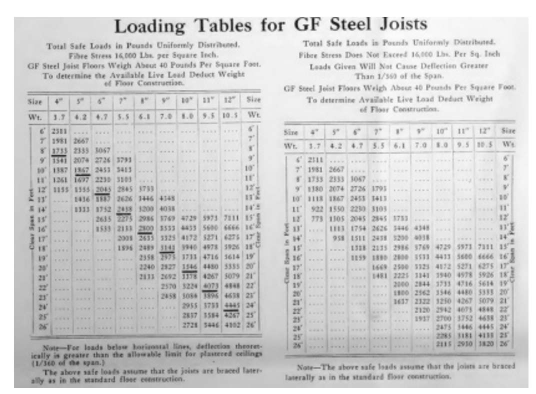


Figura 5
Berloy Metal Lumber 1924 Edition The Berger Manufacturing Company.

mensionado de los perfiles en función de la carga y la longitud del vano, como no podría ser de otra forma, teniendo en cuenta el carácter pragmático de la construcción en EEUU. Además ofrecían también el servicio de ingeniería adaptándose a los diseños particulares de los arquitectos, asistiendo y resolviendo dudas y añadiendo detalles que facilitasen la construcción, así mismo podían suministrar planos completos a partir de los planos del arquitecto. De estos primeros diseños se observa como la mayoría de los forjados son biapoyados, en las tablas se dan para luces de hasta 10 m. El acero utilizado en la época tenía un límite elástico de 110 N/mm^2. En algunos casos se hacen forjados en continuidad, apoyándose en elementos estructurales principales de acero laminado (figura 6).



Loading Tables for GF Steel Joists

Total Safe Loads in Pounds Uniformly Distributed.
Fibre Stress 16,000 Lbs. per Square Inch.
GF Steel Joist Floors Weigh About 40 Pounds Per Square Foot.
To determine the Available Live Load Deduct Weight of Floor Construction.

Size	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"	Size
Wt.	3.7	4.2	4.7	5.5	6.1	7.0	8.0	9.5	10.5	Wt.
6'	2111	....	....	....	....	....	....	....	....	6'
7'	1981	2667	....	....	....	....	....	....	....	7'
8'	1733	2333	3067	....	....	....	....	....	....	8'
9'	1541	2074	2726	3793	....	....	....	....	....	9'
10'	1387	1867	2453	3413	....	....	....	....	....	10'
11'	1261	1697	2230	3103	....	....	....	....	....	11'
12'	1155	1555	2045	2845	3733	....	....	....	....	12'
13'	....	1436	1887	2626	3446	4348	....	....	....	13'
14'	....	1333	1752	2438	3200	4038	....	....	....	14'
15'	....	....	1635	2275	2986	3769	4729	5973	7111	15'
16'	....	....	1533	2133	2800	3533	4433	5600	6666	16'
17'	....	....	....	2008	2635	3325	4172	5271	6275	17'
18'	....	....	....	1896	2489	3141	3940	4978	5926	18'
19'	....	....	....	....	2358	2975	3733	4716	5614	19'
20'	....	....	....	....	2240	2827	3546	4480	5333	20'
21'	....	....	....	....	2133	2692	3378	4267	5079	21'
22'	....	....	....	....	....	2570	3224	4073	4848	22'
23'	....	....	....	....	....	2458	3086	3896	4638	23'
24'	....	....	....	....	....	....	2955	3733	4445	24'
25'	....	....	....	....	....	....	2837	3584	4267	25'
26'	....	....	....	....	....	....	2728	3446	4102	26'

Clear Span in Feet

Note—For loads below horizontal lines, deflection theoretically is greater than the allowable limit for plastered ceilings (1/360 of the span.)

The above safe loads assume that the joists are braced laterally as in the standard floor construction.

Total Safe Loads in Pounds Uniformly Distributed.
Fibre Stress Does Not Exceed 16,000 Lbs. Per Sq. Inch
Loads Given Will Not Cause Deflection Greater Than 1/360 of the Span.
GF Steel Joist Floors Weigh About 40 Pounds Per Square Foot.
To determine Available Live Load Deduct Weight of Floor Construction.

Size	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"	Size
Wt.	3.7	4.2	4.7	5.5	6.1	7.0	8.0	9.5	10.5	Wt.
6'	2111	....	....	....	....	....	....	....	....	6'
7'	1981	2667	....	....	....	....	....	....	....	7'
8'	1733	2333	3067	....	....	....	....	....	....	8'
9'	1380	2074	2726	3793	....	....	....	....	....	9'
10'	1118	1867	2453	3413	....	....	....	....	....	10'
11'	922	1550	2230	3103	....	....	....	....	....	11'
12'	773	1305	2045	2845	3733	....	....	....	....	12'
13'	....	1113	1754	2626	3446	4348	....	....	....	13'
14'	....	958	1511	2438	3200	4038	....	....	....	14'
15'	....	....	1318	2133	2986	3769	4729	5973	7111	15'
16'	....	....	1159	1880	2800	3533	4433	5600	6666	16'
17'	....	....	....	1669	2500	3325	4172	5271	6275	17'
18'	....	....	....	1481	2225	3141	3940	4978	5926	18'
19'	....	....	....	....	2000	2844	3733	4716	5614	19'
20'	....	....	....	....	1800	2562	3546	4480	5333	20'
21'	....	....	....	....	1637	2322	3250	4267	5079	21'
22'	....	....	....	....	....	2120	2942	4073	4848	22'
23'	....	....	....	....	....	1937	2700	3752	4638	23'
24'	....	....	....	....	....	....	2475	3446	4445	24'
25'	....	....	....	....	....	....	2285	3181	4133	25'
26'	....	....	....	....	....	....	2115	2910	3820	26'

Clear Span in Feet

Note—The above safe loads assume that the joists are braced laterally as in the standard floor construction.

Figura 6
Tabla de cargas para las viguetas. (GF Steel Lumber for Floors, Roofs and Partitions. The General Firepoofing Company)

También de la Berger Manufacturing Co. Podemos rescatar un interesante documento de 1915, se trata de los ensayos a incendio realizados sobre un prototipo de horno. La cubierta del mismo se realizaba con viguetas dobles de 150 mm y 1,6 mm de espesor separadas cada 400 mm. La luz del vano era de 3 metros. Las viguetas estaban protegidas inferiormente mediante una capa de mortero de yeso aplicada directamente sobre una malla de acero expandido. Superiormente, la cubierta se realizaba con una losa de 5 cm de hormigón aplicada también sobre otra malla de acero. El ensayo reflejaba que el sistema no solo aguantaba satisfactoriamente los efectos del fuego y de la presión del agua (ejercida por los hipotéticos bomberos que vendrían a apagar el incendio), sino que los perfiles mantenían las propiedades resistentes en las posteriores pruebas de carga (figura 7).

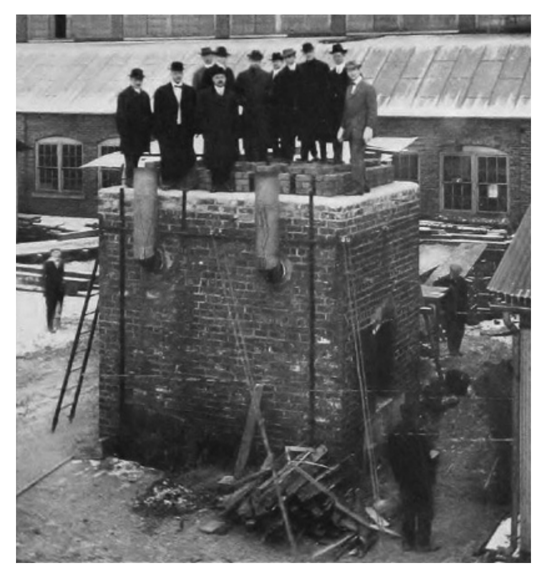


Figura 7
Fire, Water and Load Test on Berger's Metal Lumber System. 1915

Como se traduce de los catálogos de los fabricantes y de su propia publicidad, la mayoría de usos del sistema se concentraban en tabiquería no portante y en forjados que se apoyaban sobre muros de fábrica. Sin embargo no parece que hubiera una demanda de viviendas todo-acero, donde el uso de los perfiles a base de chapa delgada de acero conformado, constituyese el esqueleto estructural completo, pese a que en las propias páginas del catálogo se muestra un esquema de estructura con muros portantes de perfiles sobre los que descansan las viguetas (figura 8).

Los motivos de este aparente escaso desarrollo lo encontramos principalmente en lo enraizado del sistema tradicional de construcción con madera, y por el mayor coste frente a este, que suponía la construcción con acero.

El punto de inflexión en la difusión del sistema de construcción a base de perfiles conformados de acero lo encontramos dentro de la Exposición Mundial de

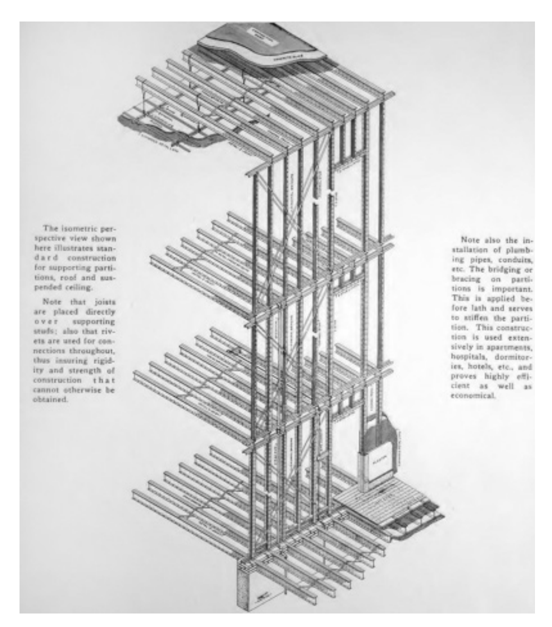


Figura 8
Perspectiva isométrica del sistema (The Berger MFG, Co. Catalogo 1924)

Chicago de 1933–1934. El título de la feria era «A Century of Progress» hermanándose con la Exposición Universal de 1893 que se celebró en la misma ciudad. Más de 39 millones de personas visitaron la feria durante los dos años de actividad.

Hogares del mañana

Haciéndose eco del tema de la Expo se presentó una exhibición: Century of Progress «Homes of Tomorrow», un grupo de arquitectos e industriales se encargaron de diseñar viviendas para mostrar los nuevos avances tecnológicos de la época y como afectaban éstos a la industria de la vivienda. El pabellón Home Planning Hall se dedicó a exhibir los más importantes avances en sistemas de calefacción y aire acondicionado, fontanería, electrodomésticos y materiales de construcción. Alrededor del pabellón, frente al lago y con un estudiado paisajismo, se exhibían agrupadas las once viviendas, diseñadas como prototipos residenciales, donde destacaba el uso de nuevos materiales, unidades prefabricadas y nuevos métodos de construcción, todas ellas diseñadas sin sótano y con garajes integrados. Eran viviendas que reflejaban diferentes estilos, unas de estilo tradicional, otras art-decó de la época y alguna futurista como la «House of Tomorrow», una vivienda dodecágonal ejecutada con marcos de acero que partían de un pilar central y fachada de cristal, diseñada por George Fred Keck como una vivienda experimental que buscaba reflejar la vivienda del futuro, contaba hasta con un hangar para aeroplano (Thilmany 1994) (figura 9).

Aparte de la House of Tomorrow, cabe destacar otras viviendas que usaban el acero como elemento principal en la configuración estructural:

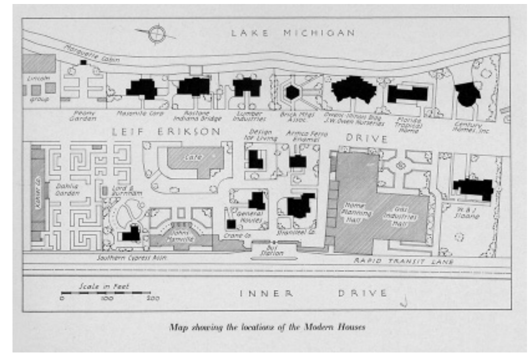


Figura 9
Plano de ubicación de las viviendas de la exhibición (Architectural Forum)

La Armco and Ferro Enamel House

Presentaba un sistema de construcción a base de paneles de acero corrugado que se iban fijando entre sí, como si fuera una caja de cartón. Los paneles se podrían colocar en los laterales y en la cubierta, estaban revestidos de porcelana esmaltada y se rellenaban de lana de roca. El arquitecto fue Robert Smith, Jr., de Cleveland. El coste de la vivienda (sin incluir los electrodomésticos ni el mobiliario) era de 4.500 dólares en la época que a día de hoy serían unos 85.000 dólares. Este sistema de construcción proporcionó más adelante la inspiración para el desarrollo de viviendas prefabricadas a partir de la Segunda Guerra Mundial desarrolladas por la Lustron Corporation. Esta vivienda, que hoy se encuentra en una urbanización frente al lago Michigan: Beverly Shores-Century of Progress Architectural District, después de

que Robert Barlett la comprara, junto a otras cuatro viviendas (incluida la House of Tomorrow), y las trasladara en barcazas desde Chicago a Indiana al finalizar la exposición universal. En 1986 fue añadida al registro nacional de lugares históricos. De estas cinco viviendas, sólo ésta, patrocinada por la Ferro American Rolling Mill Company y Enamel Corp., cumplía el objetivo de la expo de Chicago: ser asequibles para la época (para una familia americana de clase media) pudiendo ser producidas en masa.

*La General Houses Inc***.**

Esta compañía construyó dos viviendas en la feria mediante un chasis de metal, los paneles se unían mediante pernos para constituir la cáscara. Los delgados paneles de acero (Pressed Steel Panels) proporcionaban un aislamiento térmico igual al de un muro de ladrillo de 60 cm Nada se hacía in situ salvo la cimentación de hormigón. La idea del arquitecto Howard T. Fisher, era poder integrar los conceptos de prefabricación, producción en masa y construcción de viviendas. Esa búsqueda le acercó en 1931 a la Pullman Car Corporation, compañía líder en la fabricación de vagones de trenes para pasajeros, con la idea de aprender a construir «casas sin ruedas». Esta idea se materializó en 1932 con la creación de la General Houses Inc., compañía para el diseño y construcción de viviendas prefabricadas de bajo costo, que tenía un eslogan ambicioso: «Una casa el doble de buena por la mitad de precio». La idea del negocio residía en que las viviendas podrían adaptarse y cambiarse por modelos mejores y más nuevos que podrían montarse en el plazo de cuatro días. Sin embargo, a pesar del bajo precio, la popularidad tras la Exposición de Chicago de 1933 y la publicidad a nivel nacional, la compañía no tuvo el éxito esperado y terminó cerrando a finales de los años 30.

Stran-Steel House

Esta vivienda nos interesa especialmente, porque encontramos uno de los más destacados primeros ejemplos del uso del acero conformado en frío como sistema estructural global de una vivienda. Como Carl A. Strand, presidente de la Stran-Steel Corporation anunciaba, no se trataba de una casa prefabricada de acero, sino la evolución del sistema de construcción de madera ballon frame ya empleadas desde el siglo XIX, obtenido al reemplazar las viguetas y postes de madera por simples y baratos elementos de acero. Los materiales usados en la construcción de la vivienda eran bien conocidos en la época, pero el sistema estructural era novedoso, dos características lo distinguían de otros tipos estructurales metálicos. En primer lugar, estaba diseñado para que los carpinteros, sin un entrenamiento especial, fueran capaces de erigir la estructura como si fuera una construcción de madera. En segundo lugar, los materiales de la época que complementan la construcción, tales como tableros de madera contrachapada (Haskelite-Phemaloid Lumber), los paneles de aislamiento térmico (Celotex Building Board) o las placas de yeso (Sheetrock) se *clavaban* directamente a la estructura de acero como en la construcción tipo balloon frame. Dado que los tornillos autotaladrante no se inventan hasta mediados del siglo XX, el sistema desarrollaba unas ingeniosas soluciones constructivas que facilitaban el clavado. Como se observa en las imágenes y detalles constructivos, los montantes (studs) se constituyen mediante 2 U, colocadas espalda espalda. Estos montantes tenían el alma de forma sinuosa, el clavo entraba entre la separación de los perfiles uniendo firmemente los tableros a los perfiles (figura 10).

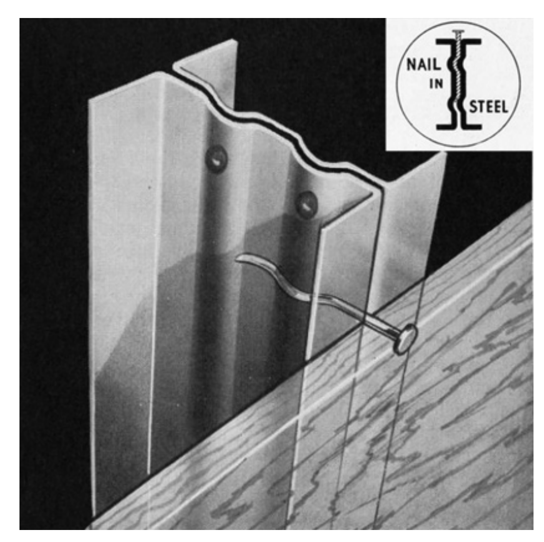


Figura 10
Fijación de paneles mediante clavos a los montantes

La vivienda Stran-Steel no pretendía ser un invento radical para revolucionar el estilo de vida en el hogar, o los oficios de la construcción, sino que por el contrario hacía su énfasis en ofrecer un producto que había sido desarrollado para proporcionar, un hogar económico adaptado a cualquier tipo de arquitectura que el cliente quisiera. El precio de este prototipo de vivienda era de 7.500 dólares. Aunque el diseño de la vivienda para la exposición tenía un carácter moderno, a cargo de los arquitectos O'dell y Rowland, las viviendas podrían adoptar el estilo de los cottages ingleses, chateaux franceses o villas italianas sin ningún problema. Era la única casa de la exposición con el sello de aprobación de la revista Good Housekeeping, quedando así el diseño arquitectónico, la decoración y el amueblamiento bajo la dirección de Helen Koues directora de la revista y de Dwight James Baum como arquitecto consultor (figura 11).

Desde el punto de vista constructivo, toda la obra se realizaba en seco, salvo para la capa de hormigón sobre las viguetas de forjado (apenas 4 cm sobre una malla de metal). El exterior se revestía con Glasiron Macotta, unas losetas ligeras de mampostería que tenían un acabado esmaltado. La vivienda quedaba completamente aislada del frio y el calor mediante los tableros de aislamiento Celotex. La cubierta era plana y transitable, acabándose con baldosas sobre el aislamiento. Todos los interiores se resuelven con los tableros de yeso Sheetrock.

En cuanto a la solución estructural consistía en postes de 2x4" y vigas de 2x7" (5x10 y 5x18 cm aproximadamente) de acero conformado de calibre 13 y 16 (2,38 y 1,59 mm de espesor respectivamente) (figura 12).

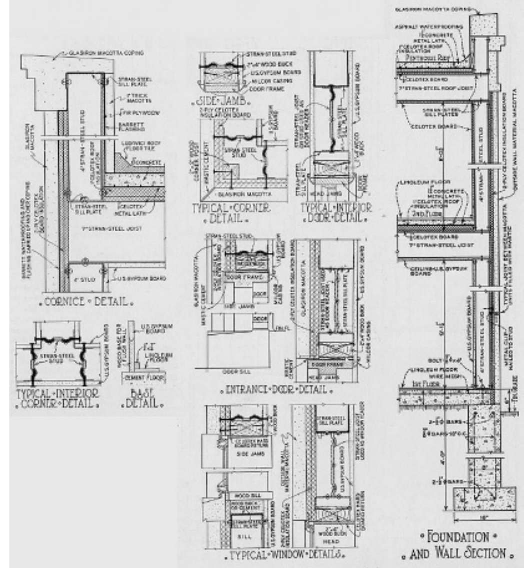


Figura 12
Detalles constructivos de la Stran-steel house (folleto promocional de la Feria Mundial de Chicago 1933)

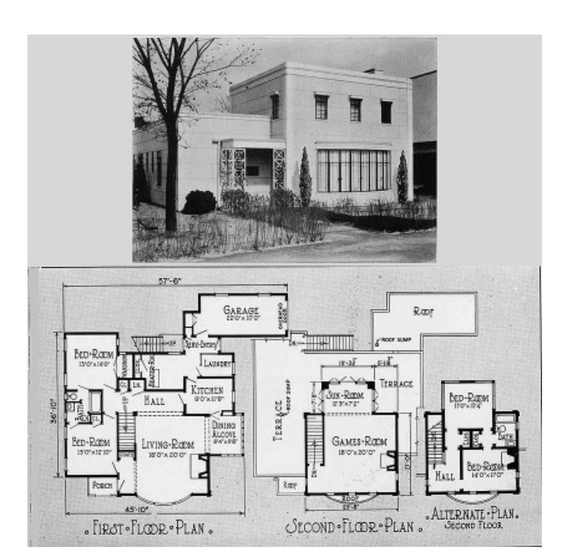


Figura 11
Perspectiva y plantas de la Stran-steel-Good Housekeeping House (folleto promocional de la Feria Mundial de Chicago 1933)

Las viguetas también se resuelven con dos perfiles en U espalda-espalda, con la forma sinuosa de las almas de los perfiles, que aparte de favorecer el clavado de los elementos constructivos, aumentaba la inercia de los perfiles y por tanto su capacidad a flexión. Las luces que salvan las viguetas están en el orden de los 3–4 metros salvo el salón de la planta baja y la sala de juegos situada justo encima que salvaban luces de 6x6 metros (figura 13).

Tras finalizar la Exposición, el prototipo fue trasladado a Wilmette, Illinois, donde permanece hasta hoy (Smith, Michael 2017). Hay referencias de otras cuatro viviendas diseminadas por los EEUU que se ejecutaron con los planos originales de la Stran-steel house.

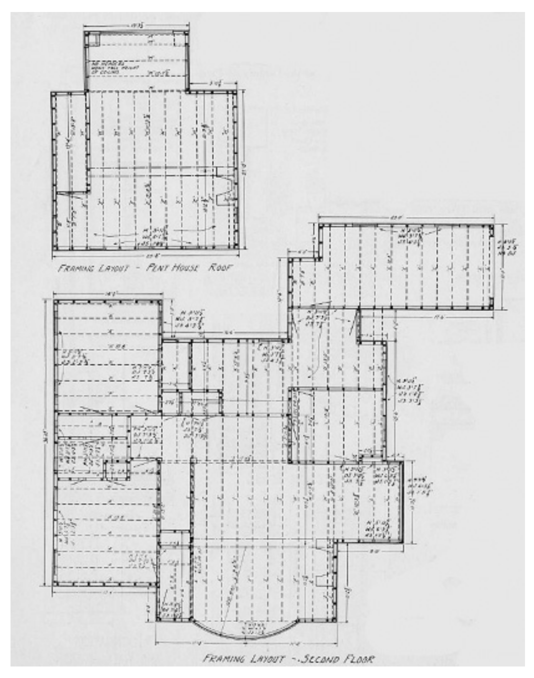


Figura 13
Planos estructurales de la Stran-steel house

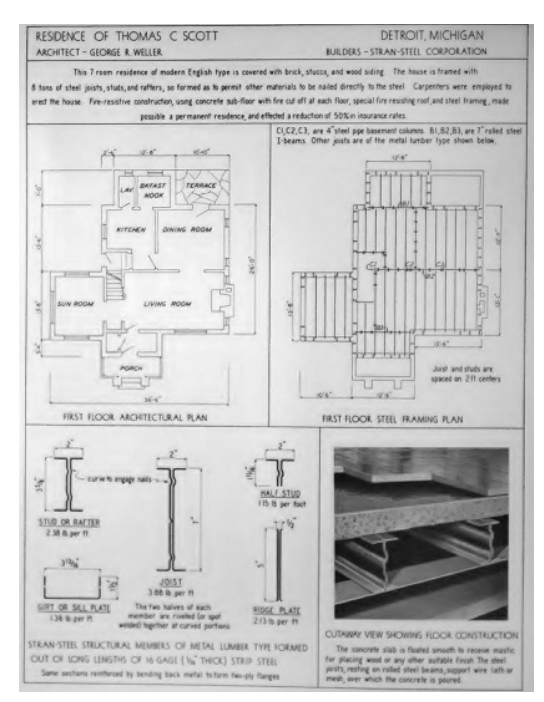


Figura 14
Residencia de Thomas C. Scott (Steel framing for small residences, 1933)

Desarrollo normativo

Ya en 1933 podemos encontrar guías de uso de construcción con acero. En «Steel framing for small residences» vemos algunos ejemplos ejecutados por la Stran-steel Company con perfiles conformados en frío junto con otros ejemplos de otras compañías realizados con perfiles laminados. Se especificaban tablas de cargas para perfiles laminados, pero no para los de pequeño espesor de la Stran-steel (figura 14).

Como criterio de diseño, cabe destacar el ratio en función del espesor y el ancho efectivo a considerar, según la fijación o no de los bordes del perfil, para resistir los esfuerzos de flexión o compresión según la práctica común en América y Europa.

Y es que los requisitos para las estructuras laminadas de acero habían sido adaptados en los códigos de edificación en los años 30, pero no había disposiciones para el uso de perfiles conformados en frío, y no tenía sentido aplicar los mismos criterios para ambos tipos de estructuras, porque el comportamiento estructural es muy diferente. Debido al uso de chapas delgadas, los perfiles conformados, inician un pandeo local al inicio de cargas bajas en algunas configuraciones. Sin embargo, a pesar de este pandeo inicial, los perfiles pueden aguantar mucha más carga antes de llegar a su límite y fallar.

Viendo la necesidad de una normativa de diseño para este tipo de perfiles, en febrero de 1939, la AISI (The American Iron and Steel Institute) patrocinó un proyecto de investigación en la Cornell University. A cargo del equipo investigador estaba el profesor asociado de la Escuela de Ingeniería Civil, George Winter, al que se le conoce como «el padre de las estructuras conformadas en frío». Tras siete años de investigación, en abril de 1946 veía la luz la primera edición de la AISI Specification for the Design of Light Gage Steel Structural Members, el primer código de estructuras de chapa delgada. Su aplicabilidad se limitaba al uso de espesores de chapa menores de 3/16” (4,7 mm) con aceros de límite elástico entre 25 y 33 ksi (172–227 N/mm2 aprox.) En esta primera versión, los factores de seguridad aplicados eran mayores que los usados en el código para estructuras

de acero laminado (1,85 frente a 1,6), no es hasta 1960 cuando este factor se reduce a 1,65, en línea con los otros códigos de acero. La solución para el pandeo de la chapa estaba basada en Lundquist y Stowell (1943) que extendieron el trabajo de Timoshenko y Gere (1936) proporcionando métodos prácticos para calcular la estabilidad de placas conectadas. La solución de «ancho efectivo» está basado en von Kármán et al. (1932) y en las correcciones experimentales de Winter (1947). Desde 1946 sucesivas versiones del código han ido añadiendo e implementando las novedades en la investigación de los perfiles conformados, trasladándose a normativa de todo el mundo.

En España, no encontramos normativa sobre el uso de perfiles delgados hasta la aparición de las normas MV 110 y 111 en 1980.

Lista de Referencias

Official guide. Book of the fair. 1933. Chicago: A Century of Progress.

Steel framing for small residence 1933. Estados Unidos: Carnegie Steel Co. Subsidary company of United States Steel Corporation.

Sweet's catalogue of building construction 1906, 1910, 1920. Nueva York, Estados Unidos: The Architectural Record Co.

Berger Manufacturing Co. 915. *Fire, water and load tests on berger's metal lumber system of pressed steel fireproof construction*. Canton, Ohio, Estados Unidos.

Browning, Peter. October 15, 1995. *To the golden shore: America goes to california-1849*. Lafayette, California: Great West Books.

Caldwell, W. L. 1901. *Stud for building construction (US682316).* Estados Unidos 1901.

Cavanagh, Ted. 1997. Balloon houses: The original aspects of conventional wood-frame construction re-examined. *Journal of Architectural Education* 51 (1) (09/01): 5–15.

Dickinson, H. W. 1943. A study of galvanised and corrugated sheet metal. *Transactions of the Newcomen Society* 24 (1): 27–36.

Foley, Thomas W. 1995. *United States gypsum: A company history, 1902–1994*. Chicago, Ill.: USG Corp.

Herbert, Gilbert. 1976. *Pioneers of prefabrication - the British contribution in the nineteenth century*. Baltimore: John Hopkins University Press.

Lewis, Miles. 1985. The diagnosis of prefabricated buildings. *Australian Journal of Historical Archaeology* 3: 56–69.

Mornement, Adam, and Simon Holloway. 2007. *Corrugated iron: Building on the frontier.* Frances Lincoln.

Pizzi, Marcela. 2003. The invention of the balloon frame, how it affected architecture in the new world. the case of Chile. Paper presented at First International Congress on Construction History, Madrid, 20th-24th January 2003, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, ETSAM.

Sackett, Augustine. 1894. *Inside-wall covering.* Estados Unidos (US520123) filed 1894.

Smith, Michael G. 2017. *Designing Detroit: Wirt Rowland and the rise of modern American architecture*. Detroit: Wayne State University Press.

Smith, Robert. 1933. Armco-ferro enamel house. *Architectural Forum* 59 (1): 54.

The Berger Manufacturing Co. 1929. *Berloy metal lumber, fireproof construction for modern building*. Canton, Ohio, Estados Unidos.

The General Fireproofing Company. 1926. *GF steel lumber for floor, roof and partitions*. Ohio, Estados Unidos

Thilmany, Jean. 2014. What the house of tomorrow can teach us today? *Mechanical Engineering* 136 (12) (Dec 2014): 30–7.

Truscon Steel Co. 1924. *Truscon steel joist data book*. Estados Unidos.

Turan, M. 2009. Reconstructing the balloon frame: A study in the history of architectonics. *Metu Journal of the Faculty of Architecture* 26 (2): 175–209.

University of Chicago Library, Special Collections Research Center. *A century of progress: The 1933–34 Chicago world's fair*. http://century.lib.uchicago.edu/.

Williams, L. W. 2016. 1 - Introduction to recent trends in cold-formed steel construction. ed. Cheng Yu, 1–35. Woodhead Publishing.

Winter, George. 1952. *Light-gauge (thin-walled) steel structures for buildings in the United States of America*.

Yu, C., and H. Chen. 2016. 2 - Recent code development and design standards for cold-formed steel structures. In *Recent trends in cold-formed steel construction*, ed. Cheng Yu, 39–51Woodhead Publishing.

Las Cabezas de San Juan: el diseño, construcción y restauración de un faro de tercer orden en Puerto Rico

Beatriz del Cueto

La prosperidad económica de Puerto Rico durante la década del 1840 se basaba principalmente en las exportaciones de azúcar, melazas, ron y café al mercado internacional. Estos productos de exportación fueron progresivamente sustituyendo las siembras para la agricultura de consumo local. Como resultado, se provocó una crisis alimentaria en esta colonia ultramar española, que desató una dependencia internacional de bienes, productos y alimentos. (Nistal Moret, 1980) Durante esta época se realizaron extensos estudios con miras a atender la urgente necesidad de mejorar los medios de comunicación para beneficiar la economía isleña. La reforma del sistema de carreteras, canales, telégrafo y facilidades portuarias se convirtió en prioridad para el Gobierno colonial. Como isla, Puerto Rico dependía de puertos seguros para mejorar su comercio. Por lo deficiente de sus carreteras, el intercambio comercial dentro de la colonia dependía de la transportación marítima o navegación de cabotaje entre sus propios puertos. Un sistema de faros eficiente y bien diseñado se visualizó como la solución a estos problemas y aquellos relacionados con la navegación transatlántica, contemplando «...que una vez construidos, reporten mayores beneficios al Comercio y a la navegación.» (AHN, 1874: 409/12)

Alumbrado Marítimo para Puerto Rico

El primer Plan para el Alumbrado Marítimo de las costas de la isla de Puerto Rico data del 1869, hace 148 años (figura 1).

En aquel momento, Puerto Rico junto a Cuba, eran las últimas dos provincias Ultramar del Gobierno Español en América. Debido a esto, se mantuvieron como intereses principales para España. Cuba era políticamente inestable, y entre 1868 al 1878 comenzó, sin éxito, su lucha por la independencia. Puerto Rico, por su lado, localizado a la entrada del Caribe desde Europa y por su excelente ubicación geo-política (figura 2), le ofrecía más seguridad a los españoles.

En este momento el Gobierno colonial «...consideró que unas playas bien iluminadas y protegidas servirían para atraer a las grandes empresas que dominaban el comercio de la zona, así como aquellas otras que se establecieron en el área del Caribe...» (Vázquez, 1981) La orden del Ministerio de Ultramar del 13 de julio de 1869 aprobó el Plan General de Alumbrado Marítimo que en su origen incluyó catorce faros. De principal importancia había sido el ya ubicado desde 1846 en el Castillo San Felipe El Morro, a la entrada de la bahía de la ciudad capital de San Juan. Por tanto, además de renovar y actualizar este faro, se le dio prioridad al diseño y construcción de cuatro faros adicionales considerados imprescindibles. Estas estructuras iluminarían los cuatro extremos del rectángulo que conforma la isla de Puerto Rico: las Cabezas de San Juan (N.E.), Caja de Muertos (S.E.), Punta Borínquen o Aguadilla (N.O.), y Cabo Rojo (S.O.). El diseño de las edificaciones que comprendería el sistema deberían ser consideradas tanto desde el punto de vista económico como estético, prefiriendo el modelo de edificio que adosaba la vivienda a la torre con su linterna para facilitar su

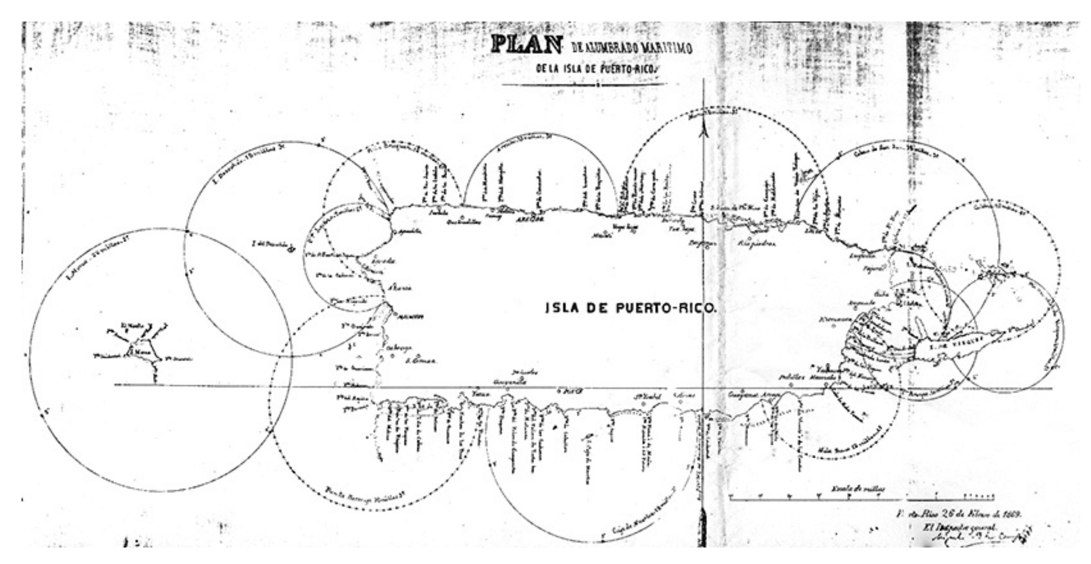


Figura 1
«Plan de Alumbrado Marítimo de la isla de Puerto-Rico». (AHN, 1869: 409/12)

funcionamiento y mantenimiento. Todos los primeros faros locales incluyeron en su linterna aparatos de rotación y lentes Fresnel importados de compañías francesas de renombre.[1] Las lámparas de tercer orden fueron las de mayor alcance (18 millas o 30 kilómetros) propuestas para los faros ubicados en los puntos de mayor riesgo marítimo en Puerto Rico.[2]

Para mayo de 1875 se había aprobado el presupuesto para realizar los estudios preliminares para estos primeros cuatro hitos de navegación. El plan general sufrió varios cambios según se fueron añadiendo faros adicionales que completaran la iluminación a vuelta redonda de la Isla. El radio de una luz debía solapar con la más próxima, así eliminando se quedara área alguna de las costas sin iluminar. De esta manera, el navegante podría ubicarse y triangular su llegada segura a un puerto o su paso a lo largo de las costas. La última versión de 1889 del Plan «...modificado segun el ultimo dictamen de la Comision Central de Faros...» fue aprobado por la Real orden del 2 de julio de 1890 y publicado el mismo año. Este incluyó diecisiete faros de los cuales solo quince fueron finalmente edificados (AHN, 1890: 409/17). En cuanto a diseño, los faros de Puerto Rico fueron variaciones de un mismo tema y ejemplos extraordinarios de continuidad histórica, unidad y cohesión como reflejo de una necesidad económica inmediata. El Gobierno colonial español optó por construir un sistema que por su valor utilitario, proporción, arquitectura y ubicación geográfica, trascendió su época. (Nistal Moret, 1980)



Figura 2
Imagen Satélite del Caribe por NASA. (Guía Geográfico América. 2017. http://www.guiageo-americas.com/mapas/mapa/america-central-2.)

Puerto Rico y su sistema de alumbrado marítimo fueron traspasados al Gobierno de Estados Unidos como resultado de la Guerra Hispanoamericana de 1898. Mediante proclama del 1903, el presidente Teodoro Roosevelt otorgó el traspaso oficial de los faros en Puerto Rico, como propiedades de la Jefatura de Obras Públicas de la Isla, al United States Lighthouse Service (SGPR, 1903). Esta entidad here-

dó estructuras de primera calidad acabadas de construir, y un sistema de iluminación homogéneo en diseño, el cual no requirió modificación alguna. Con el tiempo, las responsabilidades de los torreros de ambos países cambiaron y los aparatos y la calidad de sus lentes mejoraron hasta ser electrificados durante la década del 1920. La mayoría de las estructuras puertorriqueñas estuvieron habitadas por torreros hasta la década del 1970 cuando sus luces fueron automatizadas para operarlas de forma remota. El Lighthouse Service eventualmente fue integrado al Servicio de Guardacostas de Estados Unidos en el 1937 quienes continúan, hoy día, manteniendo la operación del sistema de faros (SGPR, 1937).

De los quince faros construidos como parte del plan original para Puerto Rico, once luces fijas se mantienen en operación. Estas son tipo LED y en gran parte están ubicadas dentro de las linternas originales de los faros históricos o en torres independientes adyacentes a las ruinas de estos faros.[3] Estas luminarias, junto a los sistemas de comunicación y navegación modernos, continúan proveyendo asistencia marítima a los que naveguen las costas de Puerto Rico.

Un Faro para las Cabezas de San Juan en Fajardo

El Faro de 3er orden de las Cabezas de San Juan, faro principal del sector noreste de la Isla, fue construido entre el 1878 y el 1880 (figura 3). Se le conoce por este nombre al estar ubicado sobre un promontorio natural en forma de península del cual salen tres



Figura 3
Faro de las Cabezas de San Juan, circa 1896. (Alonso, Feliciano. 1904. Álbum de Puerto Rico. Madrid: Ediciones Doce Calles S.L.: 35)

cuerpos de tierra que descienden hacia el mar. El sitio está localizado a ocho kilómetros del pueblo más cercano, Fajardo. La apariencia designada para su luz fue blanca con destellos rojos de 3 en 3 minutos con un alcance de 18 millas.

Siendo el primer faro que verían las navegaciones provenientes de Europa y de mar abierto, este faro tuvo lugar preferencial en el Plan. En texto correspondiente se indica que «...su importancia ha sido debidamente apreciada por la Superioridad al incluirle en el plan de alumbrado marítimo de la isla de Puerto Rico, y asignarle el primer lugar en el órden de ejecucion, motivando que se haya proyectado con preferencia a todos los demas que se hallan en estudio.» La redacción y presupuesto para el proyecto data del 1 de diciembre de 1876. Para finales de ese año, se había preparado un plano topográfico de la propiedad, firmado por el Ingeniero 1º Enrique Gadea, también diseñador de este faro.[4] El proyecto fue «...aprobado por la Real órden de 28 de Abril de 1877, disponiéndose se hiciera por contrata la construccion del edificio y torre, por ajuste directo en el extrangero la adquisición del aparato, linterna y accesorios, y por administracion el montaje de dicho aparato y la adquisicion de los efectos de servicio y del mobiliario necesario para los torreros.» (SGPR, 1876) El coste total de construcción estimado fue de 142,371 pesetas, otorgándosele el contrato de construcción al único postor de la subasta, Ingeniero Manuel Nussa el 20 de noviembre de 1877.[5] Los trabajos provisionales comenzaron el 20 de enero de 1878 y aunque el plazo de ejecución contratado fue de doce meses, Nussa solicitó dos extensiones de seis meses cada una, que fueron concedidas, completando el proyecto el 30 de mayo de 1880. Este año fue debidamente documentado con números de bronce sobre la puerta de entrada del faro.

Hubieron cambios solicitados a lo largo de su construcción que fueron detallados en la Liquidación del Proyecto fechada 19 de abril de 1881, firmada por el Ingeniero Jefe de 2ª clase, Enrique Gadea. Estas revisiones representaron economías en la sustitución o re-diseño de elementos arquitectónicos, mayor estabilidad estructural para el edificio y el uso alterno de materiales que proveyeran durabilidad a la obra (figura 4):

> ...de acuerdo con lo informado por la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos, se introdujeran en el proyecto...las modificaciones siguientes:

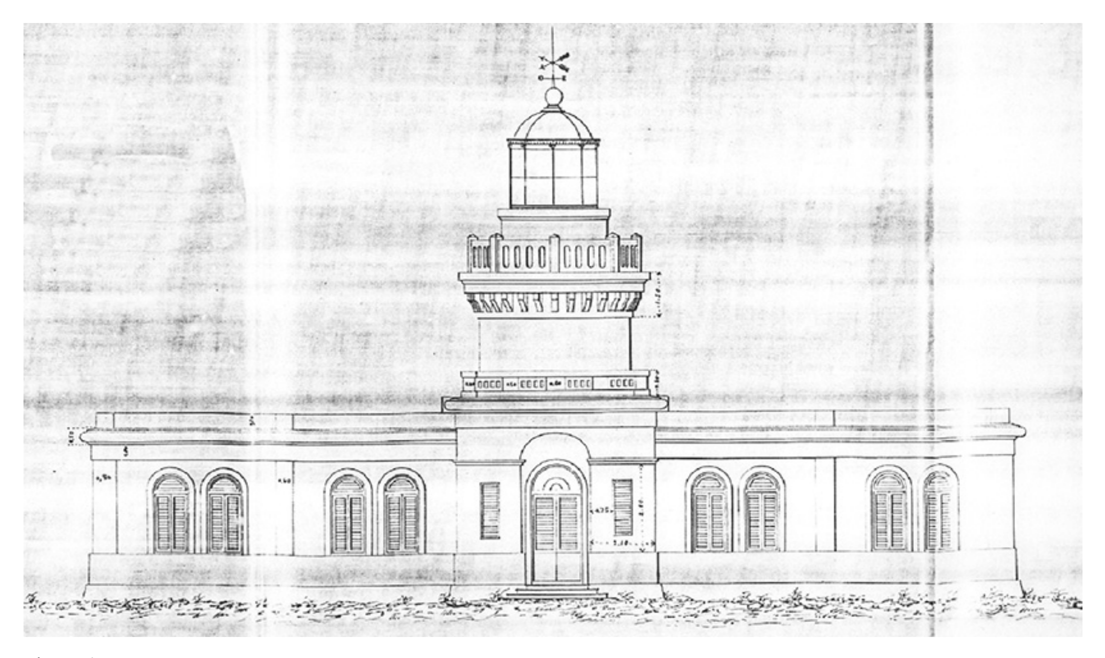


Figura 4
«Fachada anterior Hoja 3ª Planos Generales y de Detalle del edificio y torre del faro de 3er órden de las Cabezas de S. Juan». (SGPR, 1876)

1ª Que se construyeran sencillas las ventanas pareadas propuestas para las fachadas del edificio.
2ª Que se modificasen las ventanas rectangulares en relacion con las lineas generales de los antepechos y arranques de las semicirculares.
3ª Que se colocase un montante con cristales en la puerta de salida á la azotea.
4ª Que se suprimiese el arco semicircular de la puerta de entrada decorándola con una cornisa sencilla separada de la jamba por un friso.
5ª Que se convirtiese el arco rebajado del vestíbulo en semicircular elevando lo necesario en la azotea.
6ª Que se modificase el perfil de las cornisa de coronacion.
7ª Que se sustituyesen el ladrillo del basamento...por la mamposteria concertada. (AGPR, 1881 y AHN, 1877: 409/20)

El edificio de planta rectangular con una torre cilíndrica adosada a su fachada posterior de frente al noreste, estaba dividido de forma simétrica para albergar las familias de dos torreros, un primer y un segundo torrero (figura 5). Estos oficiales del gobierno colonial estaban a cargo de todo aspecto relacionado al alumbrado y mantenimiento del aparato y su luz, además del edificio y la propiedad en general. Un torrero y su familia inmediata estaban ubicados en viviendas privadas independientes a cada lado del eje central del edificio. Cada morada tenía una sala, dos dormitorios, una cocina con su fogón y chimenea, además de su retrete en el interior, facilidades modernas para la época. El espacio central de uso común que culminaba con la torre y linterna, incluía un pórtico, un vestíbulo y un pasillo. A un lado del pasillo ubicaban un almacén general y bajando unos escalones, el depósito para el combustible que alimentaba la luz. Al lado opuesto del pasillo se encontraba la habitación del ingeniero.

En general, el edificio fue construido de mampostería concertada. Esta técnica de herencia española, era utilizada comúnmente para edificar obras públicas en Puerto Rico debido a la economía de su construcción y su resistencia probada a los huracanes y terremotos que afectaban la Isla. Sus muros gruesos de carga compuestos de piedra caliza, arena y cal, utilizaban verdugadas de ladrillo o ladrillo unitario como amarres horizontales y trabazón, además de

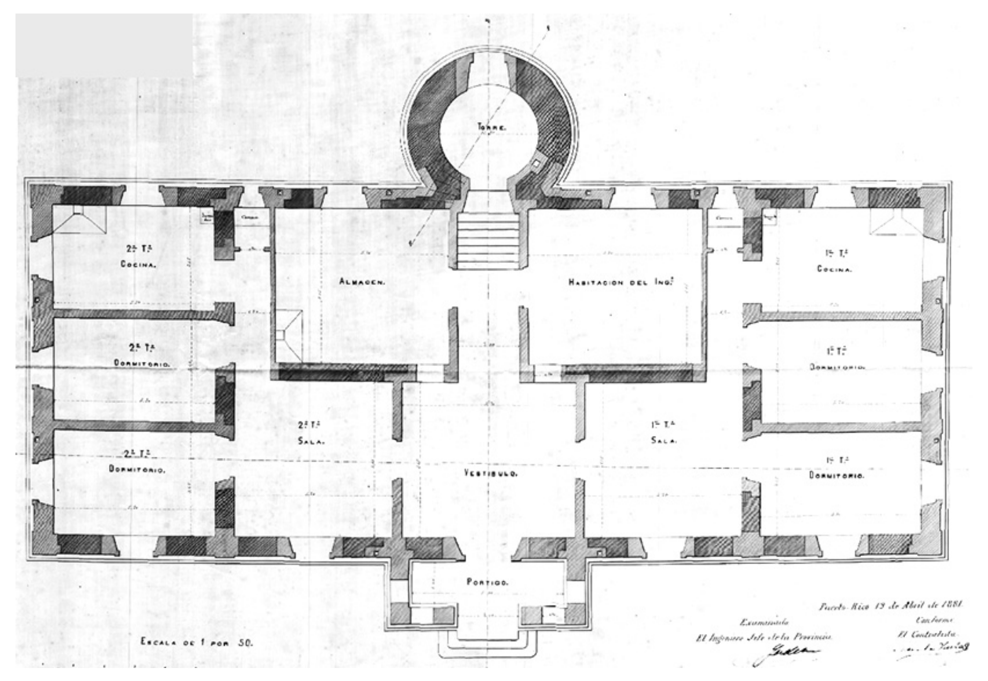


Figura 5
«Hoja 1ª Planta general». (AGPR, 1881)

para definir los bordes, cornisas y vanos de puertas y ventanas (figura 6). Para nivelar las superficies de estos muros, se instalaba un enfoscado de mortero hidráulico compuesto de cal y polvo de ladrillo o cemento romano, el cual fraguaba con rapidez en presencia de humedad o agua, siempre presente en el trópico antillano. Las divisiones interiores del faro fueron tabicones de asta entera o cítaras de media asta de ladrillo. Comúnmente, las terminaciones finales para todos los tipos de muros consistían de dos capas de enlucidos de cal y arena, cubiertos con tres capas de lechada de cal.

Pero este no fue el caso para este faro, por lo menos en cuanto algunos segmentos de sus superficies exteriores. Para entonces ya se conocían las ventajas del cemento Portland o la piedra plástica, como se le conocía en el mercado local. Debido a los efectos causados por el ambiente agresivo frente al mar del cual sufrían los faros, el Ing. Gadea optó por especificar morteros de cemento hidráulico en las áreas más susceptibles del edificio y pintura al óleo o de aceite, para todas las fachadas, entendiendo que estos materiales servirían para proveerle mayor protección a la estruc-



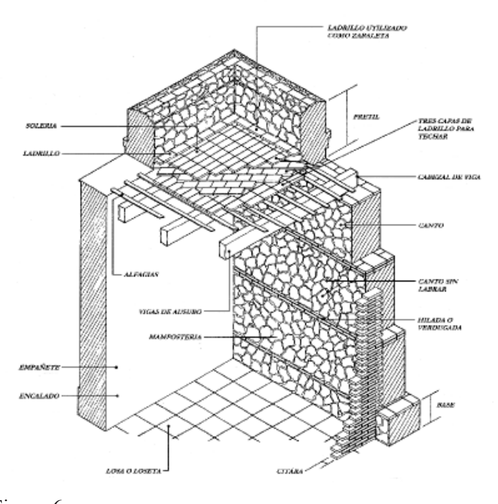


Figura 6
Tecnología de la mampostería concertada con azotea en Puerto Rico. (del Cueto, Beatriz. 2007. Conservation Methodology for Historic Buildings. Glossary. https://independent.academia.edu/BeatrizdelCuetoFAIAFAAR)

tura. Comprobado que habían sido prácticas acertadas, durante trabajos subsiguientes de mantenimiento entre 1885 al 1889, continuaron especificándose tres capas de pintura al óleo para las fachadas.

> Las numerosas rompientes que existen en la inmediaciones del faro cuya espuma es llevada por el viento en forma de menudas gotas, a grandes distancias, hace que los enlucidos ordinarios sean atacados por la acción del salitre, necesitándose emplear sustancias verdaderamente hidrófugas para contener este efecto. Por esta causa, en la Capital y demas poblaciones de la Isla inmediatas al mar, se está renunciando casi en absoluto al uso de la pintura á la cal para los revoques de las fachadas, sustituyéndola por la pintura al óleo a cuatro manos...consiguiendose con ello aumentar considerablemente las condiciones de duracion y buen aspecto del edificio (AGPR, 1881).

Grandes ventanales con persianas fijas o ajustables y montantes calados de madera permitían el constante flujo de ventilación natural en el interior del edificio. La torre y su torreón se beneficiaron de iluminación natural a través de sus puertas vidrieras que a la vez impedían que penetrara polvo y salitre en la cámara de iluminación. Los suelos de los espacios públicos del vestíbulo, subida a la torre y torreón fueron losetas de Génova, los de las salas, dormitorios, y gabinete del ingeniero, fueron tabloncillo de pichipén.[6] Los escalones de entrada, el pórtico, además de las cocinas, pasillos laterales, los comunes, el almacén y el depósito de combustible, fueron suelos de hormigón hidráulico por no encontrarse baldosa común en la Isla. Con la especificación de hormigón hidráulico a base de cemento, podemos constatar que fueron utilizados materiales y técnicas innovadoras de la época para estas obras públicas.

Los techos semi-planos o tipo azotea (figura 7), lo formaba un entramado de vigas y alfajías de ausubo que a su vez sostenían tres capas cruzadas de ladrillo fino de techar.[7] Las cubiertas de los techos y la parte superior de los pretiles de los muros estaban cubiertos con una capa de alquitrán mineral «... para hacerlos impermeables al paso de las aguas pluviales...». Las azoteas recogían las aguas de lluvia transportándolas a través de un sistema de cavidades fabricadas dentro de los muros que incluían tubos de plomo en su interior. Al llegar al terreno, las aguas conectaban con una red soterrada de canales de ladrillo que circundaban el edificio hasta vaciar en la cisterna. El aljibe en este faro, con capacidad de 5,500 galones o 20,800 litros, se podía acceder a través de un pozo o brocal, y era la única fuente de agua fresca en los lugares remotos donde usualmente ubicaban los faros. En este caso, para preservar el agua almacenada y evitar salideros o filtraciones, se sustituyó el empañetado interior de mortero hidráulico de cal y polvo de ladrillo especificado por el de cemento hidráulico, por considerarse más impermeable y duradero, aunque de mayor costo (AGPR, 1881).

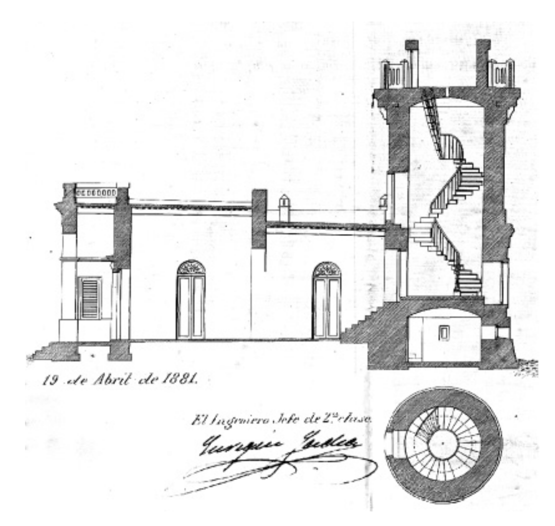


Figura 7
«Hoja 2ª Corte trasveral segun A.B.». (AGPR, 1881)

La torre tenía una altura de 14.70 metros que junto al promontorio natural donde ubicaba, posicionaba su linterna y lente a 80.91 metros sobre el nivel del mar. Al torreón que albergaba la linterna lo cubría una cúpula doble de cobre con chimenea esférica que sostenía tanto la veleta de bronce como el pararrayos. Las cadenas del reloj que hacían girar el tambor que sostenía la linterna de rotación bajaban por dentro de uno de los muros interiores de la torre del faro alcanzando al depósito de combustible. (AHN 1877, 409/22)

A pesar que el lente Fresnel y linterna para el Faro de 3^er^ orden de las Cabezas de San Juan fue importado de Francia (figura 8) de la compañía L. Sautter, Lemonnier & C^ia.^, constructores de faros lenticulares en Paris (AHN, 1881: 409/24), fue inesperado constatar que la escalera espiral de hierro fundido de subida a la torre y torreón, 68 metros de tubo de plo-

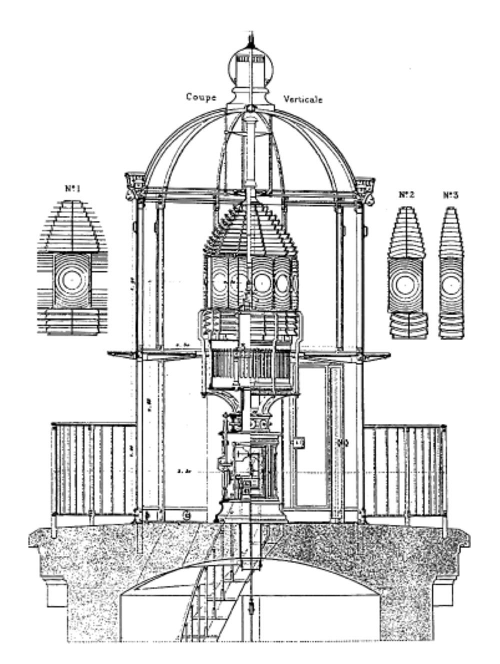


Figura 8
Propuesta de Barbier et Fenestre: «Phare de 3me Ordre». (AHN, 1881: 410/21)

mo para la bajada de las aguas de la azotea, además de sus ocho puertas y catorce ventanas habían sido ordenadas y fabricadas en fundiciones o talleres de Estados Unidos. Habitualmente, elementos de hierro fundido provenían de alguna ciudad europea, específicamente de París, y las ventanas se fabricaban en uno o más talleres de carpintería en Puerto Rico. Correspondencia de 1879 detalla trámites realizados por el Ing. Nussa, contratista del faro, solicitando al Gobierno de Puerto Rico que se le eximiera de pagar derechos de introducción por importar estos efectos de los Estados Unidos, debido a que eran «...para la mejor construccion de esta obra...» e insignificante la diferencia de su costo con relación al presupuesto del proyecto (AHN, 1879: 409/21).

El aparato, linterna y accesorios para el faro de 3er orden de las Cabezas de San Juan fueron ordenados el 16 de abril de 1881. Su luz fue finalmente encendida un año más tarde, el 2 de mayo de 1882. Posteriormente, reparaciones en 1889 incluyeron la instalación de inodoros y orinales, además de fogones y fregaderos de metal para las cocinas y el almacén. (SGPR, 1889)

Proyecto de restauración y nuevos usos

El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico adquirió los terrenos de las Cabezas de San Juan en el 1975 con miras a detener un proyecto de desarrollo turístico a gran escala que hubiese destruido su medioambiente natural único. La meta fue convertir las 173 hectáreas de la propiedad en una reserva natural protegida y restaurar el faro histórico para que sirviera como punto focal, así como de centro de visitantes y de investigación. Aunque el Servicio de Guardacostas de Estados Unidos continuaba a cargo del mantenimiento y funcionamiento de la luz de navegación en la linterna del faro, la entidad federal aceptó arrendar la estructura histórica al Fideicomiso para su restauración y uso como parte del proyecto propuesto.

Con este fin, en el 1988, el Fideicomiso nos contrató para restaurar y rehabilitar de manera científica el antiguo faro de Fajardo, el primer proyecto de esta índole en Puerto Rico. Entre el 1988 y el 1991, a poco más de cien años de su inauguración en 1880 y la de su alumbrado en 1882, se propuso un nuevo uso para devolverle la integridad a este importante edificio histórico. El faro había estado desocupado unos diez años antes del comienzo del proyecto con la investigación histórica, la documentación de las condiciones existentes (del Cueto de Pantel, 1988), la investigación científica de sus terminaciones y colores originales (Matero y Snodgrass, 1988), además de la arqueología de las inmediaciones del faro antes de preparar los planos y especificaciones para la intervención solicitada (Pantel, 1989).

Afortunadamente, mucho del tejido histórico original del faro se había preservado. Al encontrar sus planos y documentos originales de construcción entre el Archivo General de Puerto Rico (AGPR), el Archivo Histórico Nacional de Madrid (AHN), y las oficinas del Servicio de Guardacostas de Puerto Rico (SGPR), se logró reconstruir la distribución espacial original del edificio, a la vez cumpliendo con el Programa de Usos del Fideicomiso.

Al entender, a través de la investigación, que para que los torreros y sus familias pudieran vivir y sobrevivir en este faro necesitaban tener agua potable para sus necesidades diarias, fue importante analizar y restituir el sistema de colección y desagüe original de los techos para devolverle a las azoteas su rol protagónico como colectores de agua. El rescate y la res-

tauración de los canales de ladrillo dentro de los muros que bajaban de los techos, bordeaban el edificio y terminaban en la cisterna como gran almacén de agua, fue una de las metas principales alcanzadas. Un factor importante para lograr la restauración de estos canales fueron los trabajos arqueológicos que descubrieron y documentaron el sistema pluvial completo, incluyendo la cisterna (figura 9). Esto facilitó su restauración y uso actual (Pantel, 1989). La cisterna, con 29 metros cúbicos de capacidad de almacenaje, aún alberga su función original como almacén de agua y al presente se utiliza para los nuevos sistemas sanitarios ubicados dentro del faro y el sistema de riego de las inmediaciones del edificio.

Con el tiempo, se habían cerrado o reducido algunas puertas y ventanas, y demolido algunas paredes dentro del edificio. Por esta razón, como meta importante, nos propusimos devolverle la extensión y forma histórica de sus grandes ventanales y puertas. El Programa de Usos del Fideicomiso contemplaba que la estructura incluyera áreas de investigación y hospedaje para científicos y estudiantes (figura 10). A

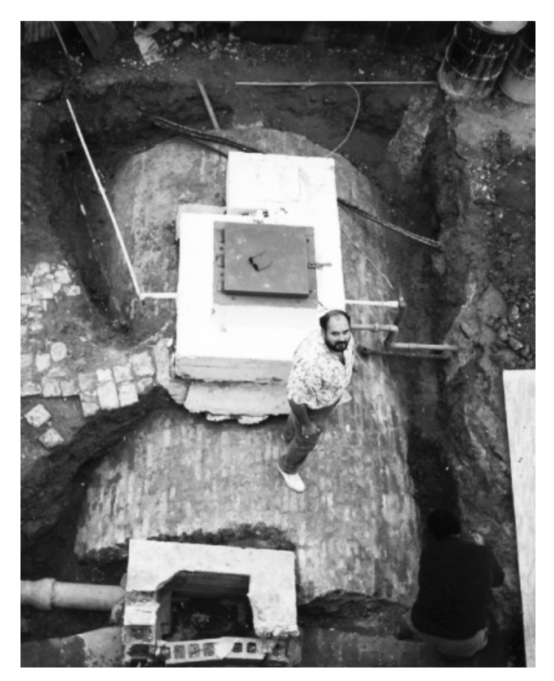


Figura 9
Vista de la cisterna descubierta durante trabajos arqueológicos. (Pantel, 1989)

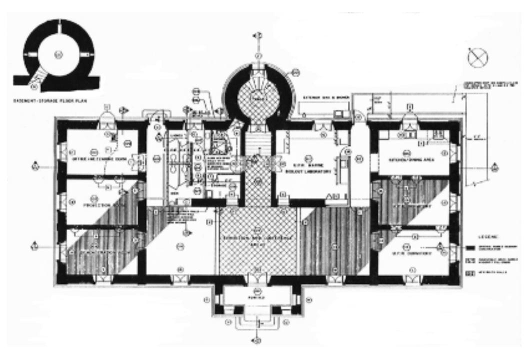


Figura 10
Planta del proyecto de restauración. (del Cueto, 1988)

estos fines, decidimos habilitar los espacios originales ubicados al lado oeste del vestíbulo central, logrando que la cocina junto a los dos dormitorios volvieran a su uso inicial. En el lado opuesto del vestíbulo, se rehabilitaron los tres espacios similares como áreas de investigación y exhibición, según requerido por el programa de diseño. Los aseos se ampliaron y se añadieron salidas adicionales para cumplir con los códigos de construcción vigentes. Los espacios de uso compartido que ubicaban al centro del edificio fueron reconstruidos para acomodar los baños públicos y cuartos mecánicos donde ubicaba el almacén original, y espacios para un laboratorio de biología donde estaba la habitación del ingeniero (del Cueto, 1988).

La ubicación geográfica del Faro de Las Cabezas de San Juan en Fajardo, ayudó a economizar en la compra y adquisición de materiales de construcción, ya que la torre no tuvo que ser de mayor altura por la elevación topográfica natural donde estaba situado. Igualmente, la materia prima para la mampostería de sus muros estaba disponible en la naturaleza circundante: arena, cal y piedra. Además, este faro utilizó material de construcción propio de la localidad. Las lajas de piedra caliza marina que fueron utilizadas para cubrir la base del edificio fueron extraídas de la mina de cal del cayo de Icacos, ubicado inmediatamente al este del lugar (figura 11).

Devolverle la secuencia espacial original al edificio fue central al concepto de diseño. El área ubicada a la entrada del edificio que originalmente lo componían tres espacios individuales, había perdido sus tabicones divisorios. En vez de reconstruirlos, era necesario mantener el espacio abierto para incluir las

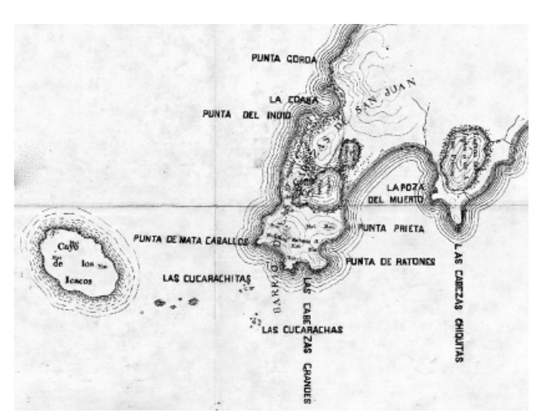


Figura 11
Detalle «Mapa Militar de la Isla, Itinerario de Fajardo a La Ceiba 1891». (Historiador Oficial de Puerto Rico. 2007. *Documentación de Puerto Rico en el Archivo Militar de Madrid.*)



Figura 12
Exhibición en vestíbulo y antiguas salas del faro incorporando los medio puntos. (H. Méndez Caratini - fotógrafo, 1991)

áreas de exhibición de la Reserva. En cumplimiento con ambas metas, de dejar el espacio abierto y a la vez articularlo para que se entendiese distribución espacial original, se utilizaron distintos recursos arquitectónicos. Donde ubicaba el vestíbulo original, se restituyó el suelo de loseta de Génova con losas históricas similares provenientes de edificios que habían sido demolidos en San Juan, reciclando esos mármoles al incorporarlos al proyecto, ejemplo de técnica sostenible. De igual forma, los suelos originales de tabloncillo de madera de las salas fueron sustituidos con material similar.

Además, se utilizaron elementos históricos dentro del mismo edificio para guiar algunas de las intervenciones contemporáneas. Para recuperar el espacio de lo que eran las salas originales de las dos viviendas, se recurrió al elemento divisorio arquitectónico que localmente se conoce como medio punto.[8] De esta manera los espacios fueron articulados sin tener que reconstruir los tabicones originales. El medio punto, enmarcado por columnas históricas (figura 12), igualmente recicladas, sostiene un montante decorativo que emula, de forma agrandada, el diseño original de la contrahuella de la escalera espiral histórica de hierro fundido que sube a la azotea. Esta escalera que había sido importada desde Estados Unidos en el 1879, fue uno de los elementos originales mejor preservados del faro, y solo requirió reparaciones mínimas, una limpieza a presión leve seca y pintura de aceite.

Como parte de los trabajos, se salvaron gran parte de las vigas, alfajías y ladrillos de techar originales (figura 13) que componían los techos. Las pocas vigas centenarias del faro que tuvieron que ser sustituidas, se reciclaron de otros edificios históricos en Puerto Rico donde habían sido descartadas. Se restauró el techo en sitio, sin tener que desmantelarlo. Al igual, se removieron las múltiples capas de impermeabilización sintética que habían sido instaladas durante el siglo 20 sobre las cubiertas originales, sin remover ni destruir su superficie original de ladrillo. Esta impermeabilización, de uso inapropiado en este tipo de estructura, había añadido peso considerable al techo y peligraba su integridad.

Una importante intervención estructural fue añadir un conjunto de plataformas de observación encima de la azotea con capacidad para sostener de manera segura a 150 personas. En cumplimiento con el Programa de Usos requerido por el Fideicomiso, se necesitaba un lugar seguro donde, desde lo alto, se pudiera apreciar y estudiar la Reserva Natural de las Cabezas de San Juan en su totalidad. Estas plataformas de acero con piso de tablones de madera y barandas de carácter náutico (figura 14), descansan sobre los muros de carga del edificio y no le imponen peso o carga alguna a la estructura del techo ni a las superficies de la azotea histórica original (del Cueto, 1988).

Durante el inicio del proyecto se extrajeron muestras de los morteros y enlucidos históricos originales, al igual que muestras de las pinturas de las maderas para poder especificar materiales y esque-



Figura 13
Restauración de los techos y la campana de la chimenea. (A. G. Pantel - fotógrafo, 1990)



Figura 14
Plataformas de acero y madera que descansan sobre muros de carga de la azotea. (H. Méndez Caratini - fotógrafo, 1991)

mas cromáticos que fuesen compatibles al diseño original en el proyecto de restauración. El análisis científico fue realizado por técnicos restauradores experimentados (Matero y Snodgrass, 1988). Utilizando como guía los resultados de estos análisis, se pudieron enlucir y encalar los muros con mezclas compatibles muy similar a las originales, devolviendo al faro de Fajardo su esquema de color original del gris obscuro de su base, el gris azulado de sus muros, el blanco para los resaltes arquitectónicos y el verde esmeralda para las puertas y ventanas. Esta ornamentación cromática había sido detallada en textos históricos encontrados durante la investigación (AHN 1882: 409/25). La cúpula doble de cobre coronada por las veletas de puntos cardenales en bronce se mantienen ubicadas encima de la linterna como en su origen. Estos elementos fueron pulidos y brillados devolviéndole su lustre original para que continúen sirviendo como importante punto de referencia en el Faro de las Cabezas de San Juan, tanto de día como de noche (figura 15).

En el 2007, treinta y dos años luego de haberse comprado las primeras 173 hectáreas de la finca original, el título de propiedad de este faro histórico y sus 7 hectáreas fueron transferidos al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico bajo el National Historic Lighthouse Preservation Act del año 2000. Así, las 180 hectáreas que hoy día comprenden el Faro y la Reserva Natural de las Cabezas de San Juan, lugar que recibe un promedio de 40,000 visitantes al año, ha quedado protegido para el disfrute de generaciones futuras.



Figura 15.
Vista aérea del faro con el cayo de Icacos al fondo. (Max Toro - fotógrafo, 2010)

Notas

1. Lentes Fresnel: de gran apertura y corta distancia focal sin el peso y volumen de un lente de diseño convencional; inventados en 1822 por el físico francés Augustin Fresnel.
2. Seis órdenes para lentes de los faros: Primer orden, mayor alcance aprox. 20 millas; Sexto orden, mayor alcance aprox. 5 millas.
3. Luminarias LED: lámparas que usan diodos emisores de luz blanca y son de bajo consumo eléctrico.
4. Enrique Gadea nació en Madrid en 1846 y terminó su carrera en 1861. «Fue ingeniero de Ultramar en Madrid y pasó a Puerto Rico...» (Sáenz Ridrurejo, 2009). En la Isla sirvió como Ingeniero Jefe de 1ª y 2ª clase, y como Ingeniero Jefe de la Provincia y de Obras Públicas ca. 1870–1890.
5. Nussa era «...natural de esta isla y vecino del poblado de Fajardo...» (AHN, 1879: 409/21).
6. Loseta de Génova: baldosa de mármol usualmente de 28 cms.^{2} de colores gris claro y obscuro utilizadas en patrón de ajedrez para los suelos en Puerto Rico ca. siglos 18–19. Aparentemente provenía de Génova, Italia. Pichipén (*pinus rigida*): madera de pino amarillo resinoso del Caribe o Estados Unidos.
7. Ausubo (*manilkara bidentata*): madera dura y resistente autóctona al Caribe. Ladrillo de techar: mitad del grosor de un ladrillo típico.
8. Medio punto: elemento arquitectónico utilizado para articular dos espacios manteniendo la continuidad visual y acceso entre ambos.

Lista de Referencias

Archivo General de Puerto Rico (AGPR). 1881. Fondo Obras Públicas, Serie Puertos y Muelles, Caja 161, Legajo 230.

Gadea, Enrique. 1881. Liquidación de las obras de nueva construcción de la torre y edificio del faro de 3er órden de las Cabezas de San Juan.

Archivo Histórico Nacional Madrid (AHN). 1869–1890. Ministerio de Ultramar, 409/Exps. 12 y 17. Plan de Alumbrado Marítimo de la isla de Puerto Rico.

Archivo Histórico Nacional Madrid (AHN). 1876–1893. Ministerio de Ultramar, 409 y 410/Exps. 20–25. Sobre la construcción de faro en Cabezas de San Juan.

del Cueto de Pantel, Beatriz. 1988. «Proyecto de Rehabilitación y Restauración de la Torre y Edificio del Faro de las Cabezas de San Juan, Trabajos de Inspección del Edificio». Manuscrito sin publicar. Archivos del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico.

del Cueto, Beatriz. 1988. Faro de las Cabezas de San Juan - Rehabilitation and Restoration Project. Planos y Documentos de Restauración. Archivos del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico.

Matero, Frank G. y Joel Snodgrass. 1988. «Stucco and Finishes - Replication Formulations for Stucco and Finishes from Cabezas de San Juan (Lighthouse)». Center for Preservation Research, Columbia University. Manuscrito sin publicar. Archivos del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico.

Nistal Moret, Benjamín. 1980. «The Lighthouse System of Puerto Rico, 1846–1979». U.S. Department of the Interior, National Park Service, *National Register of Historic Places* Inventory Nomination Form.

Pantel, Agamemnon G. 1989. «Archaeological Survey of Las Cabezas de San Juan and the Faro de Fajardo». Fundación Arqueológica y Antropológica e Histórica de Puerto Rico. Manuscrito sin publicar. Archivos del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico.

Sáenz Ridrurejo, Fernando. 2009. «Ingenieros de Caminos en Puerto Rico 1866–1898». *Anuario de Estudios Atlánticos*, Las Palmas de Gran Canaria, 55: 311–342.

Servicio de Guardacostas de Estados Unidos (SGPR). 1876 y 1889. Archivos del Sector San Juan, Puerto Rico. Ubicados hoy día en el Archivo del San Juan National Historic Site NPS, Fuerte San Cristóbal, San Juan, Puerto Rico.

Gadea, Enrique. 1876. Planos Generales y Detalle del edificio y torre del faro de 3er orden de las Cabezas de San Juan.

Giralder, Felix. 1889. Proyecto de reparación del faro de las Cabezas de San Juan, Documento número 2 Planos.

Vázquez, Jesús M. 30 agosto 1981. «Pasado y presente de los faros en PR», San Juan, Periódico *El Mundo*.

Arte muratorio: alfarería del valle del Paraíba

Letícia Cursino dos Santos
Camila Lima Araújo
George Rembrandt Gutlich

El presente trabajo se centra en el estudio de las alfarerías ubicadas en el Valle del Paraíba Paulista, estado de São Paulo-Brasil, buscando comprender el contexto de su inserción en la región, así como la catalogación de sus lugares remanentes, de los ladrillos macizos fabricados por las casas Y los ladrillos utilizados en la construcción de sus hornos, registrando la cultura arquitectónica de una época. Este procedimiento se dio por el análisis de documentaciones historias e investigaciones empíricas, delimitando como inicio el siglo XIX, evidenciando a las ciudades de Taubaté y Tremembé, establecidas en el Medio Valle Paulista. Se pretende comprender, además, la aplicación de los ladrillos en el arte muratorio empleada en las edificaciones, principalmente, de fábricas como objeto arquitectónico, una vez que esta materia prima de la construcción estuvo presente de modo indisociable en la primera industrialización del Valle. Después de este período, el cemento y derivados se volvieron más disponibles en la región, y como consecuencia llevaron muchas alfarerías a la quiebra, ya que pasó el ladrillo a ser visto como un material subyacente a las nuevas tecnologías y, haciendo cada vez más olvidado la cultura E historia que remonta la arquitectura del Valle del Paraíba durante el fin del imperio hasta la república vieja de Brasil.

Introducción

La conquista del Valle del Paraíba a mediados del siglo XVII devastada por los bandeirantes, dio inicio a una colonización local que trajo consigo la arquitectura caipira de São Paulo, caracterizada por la taipa de pilón. El café trajo una nueva estructura para las ciudades. La división de clases sociales derivada del enriquecimiento acelerado de una parte de la población originó en un deseo modernizador de las propias costumbres de la época.

La taipa de pilón resistió hasta donde puede, encajando en las nuevas tecnologías proveniente del creciente intercambio de informaciones con el exterior. Hasta que otros conocimientos rompieron con los antiguos métodos de construcción, y se dio la aparición de la materia prima que acompañó la expansión del café y posteriormente la primera fase de industrialización del Valle del Paraíba Paulista: el ladrillo.

La arcilla moldeada y quemada ya era conocida en la construcción brasileña antes del café, incluso a principios del siglo XVII se encontraban algunos usos del ladrillo cocido, que podría estar tanto en las pocas construcciones en que tuvo participación, como en reformas, utilizado para tapar los agujeros, o emplea como piso. Pero fue el café que popularizó el uso de la albañilería de ladrillos, principalmente con la llegada de los inmigrantes a mediados del siglo XIX, que vinieron como mano de obra especializada tanto en la fabricación del material, como en la construcción de las edificaciones, ya familiarizados con los aparatos arquitectónicos En sus países de origen.

A partir de esta fecha ocurrió en profusión la aparición de alfarerías, siempre ubicadas cerca de lechos

de agua, donde se encontraba el barro bueno. La mayoría de los alfareros se componían de inmigrantes que utilizaban trabajo familiar, generalmente italianos que vinieron a las labores de café y consiguieron salir del régimen de asociación, o aquellos que chagaron en el valle ya acogidos por un pedazo de tierra arrendada, en el que tenían que desarrollar una actividad de su dominio. Y siguió en el primer período de industrialización del valle, siendo materia prima primordial en la construcción de las fábricas que sustituyeron a la economía cafetera cuando ésta entró en declive.

En este contexto de observación de la asimilación técnica ocurrió el desarrollo de este trabajo. Esta investigación resultó en un registro documental de las alfarerías restantes de este período, tan importantes para la creación de las ciudades de ladrillos, que se construyó sobre los antiguos poblados de taipa.

La elección del tema en cuestión se dio por el hecho de ser poco abordado en el ámbito regional. Las alfarerías como fuente de importancia histórica, tanto en su medio físico, de la espacialidad abarcada por la misma con los hornos y terreno de secado, como en el contexto aprehendido en el medio humanizado de los inmigrantes y demás trabajadores, que dedicaron sus esfuerzos a construcciones de nuevas edificaciones.

Se dedicó esta investigación al levantamiento de las alfarerías remanentes, a fin de registrar su paso histórico en la arquitectura del Valle del Paraíba, presentando como resultado final una catalogación de las mismas, así como de sus ladrillos y sistemas constructivos, considerando la disponibilidad de informaciones sobre el tema Se abordó.

En el período de catalogación, se definió como inicio a finales del siglo XIX, más precisamente 1880, cuando el flujo de inmigración procedente de Italia tomó mayor impulso, y concomitantemente tuvo el surgimiento acelerado de las alfarerías en el Valle del Paraíba, siendo el fin de los estudios los días actuales, dando enfoque al ladrillo cocido macizo y dejando de lado las producciones exclusivamente de refractarios y ladrillos industriales, a menos que los mismos estén haciendo uso de los locales remanentes de antiguas alfarerías que se adecuan a las delimitaciones expuestas.

La definición del área de estudio, no sería posible investigar el Valle del Paraíba en su extensión, que acarrearía en una investigación demasiado extensa, la cual posiblemente no llegaría a un fin por demandar tiempo y recursos no disponibles en el momento. Se deja como enfoque, entonces, las ciudades de Taubaté y Tremembé, usando como base contextual para entender los sucesos que se seguían en el Valle.

De la explicación de los municipios escogidos, además de ser más cercanos a la unidad de enseñanza en que se realizó la investigación, tenemos Taubaté como ciudad de gran ascenso en el período de la cafeicultura, siendo la urbanización más urbanizada del Valle, contaba con la presencia de grandes coroneles y Fue escenario del Convenio de Taubaté de 1906, un acuerdo firmado entre los gobernantes de los estados de São Paulo, Minas Gerais y Río de Janeiro para proteger la producción brasileña de café, que se encontraba en bajas de precios y previendo tener la cosecha de una cosecha (En inglés). Tremembé, un distrito de Taubaté emancipado en 1896, donde tuvo en las várzeas del Río Paraíba un importante número de alfarerías que buscaban suplir la creciente demanda de ladrillos local y de las ciudades vecinas.

Este artículo se presenta dividido en dos partes, la primera contempla el desarrollo del trabajo, subdividido en la presentación de la alfarería, como se da la fabricación de ladrillos, la albañilería de ladrillos en el valle del paraíba, la influencia de las colonias italianas de Taubaté y Tremembé Y el relato de las visitas a las alfarerías de la región.

La segunda parte fue diagramada en forma de un inventario de las alfarerías remanentes de Taubaté y Tremembé, mostrando su ubicación como un marco visual e importante medio constructivo de las ciudades y de la región, sumado al conocimiento de los propietarios de las alfarerías, que a veces no son los primeros Los dueños de los locales, así como la catalogación del ladrillo y del aparato constructivo empleado en la construcción de los hornos.

En segundo tema, se retrata la enumeración de los ladrillos fabricados por las alfarerías, presentando las marcas de tardoz de los ladrillos encontrados y documentando, también, su origen, procedencia, dimensiones e integridad cuando están expuestos a la humedad. Todos estos registros se dieron por la transcripción gráfica y fotográfica en la realización de las investigaciones de campo.

Desarrollo

Ladrillo y su historia

> El ladrillo es uno de los materiales de construcción más antigos, y su historia se remonta a los orígenes de la civilización. (Campbell y Pryce 2004)

La elaboración de abrigos fijos comenzó cuando el hombre primitivo abandona la vida nómada y adhiere el sedentarismo. Los materiales utilizados eran los encontrados en el lugar, como la madera y el adobe. El ladrillo de adobe es de 10000 a 8000 a. C. Los primeros poblados, son anteriores a la invención de la cerámica y de los metales, y en ellos se encuentran ladrillos realizados de forma tosca y secados al sol. Posteriormente, en la mesopotamia, los ladrillos empezaron a ser moldeados y casi todas las construcciones erguidas con barro. «Pero el mayor hito fue la invención del ladrillo cocido, aproximadamente en el año 3500 a. C., que permitió la contrucción de estructuras permanentes en zonas de donde anteriormente no había sido posible» (Campbell y Pryce 2004)

El ladrillo fue ampliamente utilizado en todo el mundo, y durante mucho tiempo fue base para las construcciones de los más variados usos y estilos arquitectónicos a lo largo de la historia.

En Brasil los indígenas poseían el conocimiento de la cerámica, que era más comúnmente aplicado en utilitarios y piezas decorativas. En la región del Valle del Paraíba esta era la principal actividad artesanal. Con la llegada de los colonizadores portugueses, otros conocimientos fueron añadidos y la mano de obra indígena utilizada para la fabricación de tejas, primordialmente.

El ladrillo tuvo una breve aparición con la llegada de los holandeses en el siglo XVII, durante el gobierno de Nassau. «Se sabe también que fue cuando el Brasil holandés obtuvo su mayor brillo cultural y de vida urbana» (Instituto W. M. Salles y Fundación D. Guimarães 1983). Anteriormente era empleada la piedra, en el litoral, y la taipa, en el interior, y que nuevamente tuvo su dominio después del retorno del poder portugués sobre Brasil.

El ladrillo reapareció con la inmigración que comenzó a principios del siglo XIX y tuvo su auge al final del mismo período, extendiéndose hasta mediados del siglo XX.

En el Valle del Paraíba el brote cafetero alteró la estructura colonial y caipira de la sociedad. La elite del café, viviendo un rápido ascenso, fue tomada por una ola modernizadora que pretendía borrar los vestigios de su pasado colonial y pobre. Esta nueva mentalidad fue traída principalmente en la arquitectura, y el ladrillo, por su versatilidad y materia prima en abundancia, ganó la preferencia de los constructores para atender a las nuevas exigencias de estilo.

A los pocos el ladrillo fue sustituyendo la taipa de pilón, solucionando problemas requeridos por la del cultivo del café, como los patios de beneficiamiento y facilitando la construcción de acueductos, muros de arrimo y terreros de secado, antes de tierra batida. La tierra sucia la comprometía el café, y los terreros cuando a nivel formaban charcos de agua y lodo, y cuando inclinada provocaban erosión. El ladrillo sanó esa deficiencia y posteriormente fue empleada, también, en la construcción de los tulhas para el abrigo de los granos.

Los inmigrantes y las colonias de Taubaté y Tremembé

En el período colonial brasileño ya vemos los primeros intentos de colonización con vistas a los emigrantes. Y en el siglo XIX grupos de grandes hacendados peleaban por la llegada de inmigrantes a las haciendas de café, la cual se expandía cada vez más y se veía sin mano de obra ante la campaña abolicionista.

El Valle del Paraíba fue el pionero en la producción de café en Brasil, ya a comienzos del siglo XIX sus tierras estaban siendo labradas para el cultivo del oro verde. Pasando por dos momentos, el Valle tuvo su grandeza y decadencia de la cultura cafetera. El ascenso se produjo entre los años 1840 a 1870, cuando alcanza el puesto de mayor productor de café del país, entrando, entonces, en declive hasta la segunda década del siglo XX.

De las colônias particulares, se encontraron dos en Taubaté (1855). (Società 30 di Aprile 1997) Contó, también, con uno núcleo colonial oficial, los cuales eran organizados por el Estado, donde los colonos recibían un lote de tierra para desempeño de actividades sociales, de nombre Quiririm (1890). (Società 30 di Aprile 1997)

La fundación de la Colonia Agrícola de Quiririm se dio el 16 de agosto de 1890 (Marcondes 1981, 43). En 1892, según el informe de Dupré[1], el núcleo contaba con 424 personas, entre portugueses, franceses, rusos, turcos, brasileños, y principalmente italianos, y con 11 alfarerías. (Società 30 di Aprile 1997).

La alfarería era una de las principales actividades de la colônia de Quiririm. Algunos abandonaron la plantación de arroz y se convirtieron alfareros en virtud de la demanda del uso de los ladrillos en la región. De acuerdo con Vieira (1981) ellos mismos montaban la alfarería, contratando ex esclavos para los servicios más pesados. Así nació en la región la industria de la cerámica, siendo de extrema importancia socioeconómica para la región del Valle y principalmente para el crecimiento de Taubaté, haciendo la transición de la taipa a las construcciones de albañilería.

En 1899 se registraron 7 alfarerías en el distrito de Quiririm, siendo sus dueños: Josépe Canesote; Gaudencio Indiani, Joaquim Soledonio; Belob Manfredini; Josepe Montizio; Matheus Peichini y Francisco Ramini. En ese mismo año impuesto anual cobrado por la alcaldía para el mantenimiento de la alfarería era de 60 $ 000, datos retirados del Almanach Diario de Taubaté (1899).

El Almanaque Lammert de 1911 trae en la sesión «industrias» 4 alfarerías en la ciudad de Taubaté, siendo los dueños: Silvestre Machado de Abreu; Indio y Hermano; Manfredini Bortilhi y Zanini y Hermano. La misma fuente citada muestra en 1922 las siguientes alfarerías: Daniel Rachou; Hermanos Zanini y Monfredini Bortollo.

Sobre Tremembé no se tiene estudios claros a cierta del antiguo distrito, algunos autores citan a Francisco Alves Monteiro de Barros como un gran cafeicultor dueño de haciendas en la región, con tierras que se extendían por Tremembé, Taubaté, Redención de la Sierra y Monteiro Lobato, José Francisco Monteiro, futuro Visconde de Tremembé, participaban de la llegada de inmigrantes a sus haciendas a través del régimen de asociación.

El Almanach Diario de Taubaté de 1899 trae 3 alfarerías en el Barrio del Tremembé, siendo los dueños: Gallo y Banhares; Juan Luiz de Souza Ribeiro y Manuel Artunes. En 1911 el Almanach Lammert cita 2 alfarerías en Tremembé, de los dueños: José Rossi y Pedro Antunes.[2]

El ladrillo en la arquitectura industrial de Taubaté

Al final del imperio y comienzo de la república Taubaté era la mayor y más desarrollada ciudad del valle. Estos factores contribuyeron con la instalación de las industrias, entre ellas la Compañía de Gas y Aceites Minerales de Taubaté y la mayor de todas, la Compañía Taubaté Industrial, más conocida como CTI.

Fundada el 4 de mayo de 1891 por la dirección de Rodrigo Nazareth - presidente, Valdemar Bertelsen - director comercial y Félix Guisard - director técnico, la CTI, fue la industria de mayor importancia en la región en el período de la República Vieja en Brasil.

Las primeras deliberaciones de la directiva de la CTI fueron la sustitución, por ladrillos de barro, del material de las paredes de los edificios, que por el proyecto debían ser de hierro. Esta decisión, según el acta de la reunión de la junta directiva, se debió a la facilidad de obtener el material aquí, con precio menor, y las dificultades de la importación del material de hierro, más la escasez de la mano de obra especializada en su montaje, Mayor plazo para la ejecución de la obra que la importación del material acarrearía. (SAN-MARTIN, 1990 p.118).

La CTI estaba compuesta de ocho cuadras en total, todas construidas con ladrillos. En la actualidad, es posible identificar el lugar del antiguo complejo, los edificios restantes fueron cuatro de ellas (figura 1).

A través de visitación fue posible identificar que el aparato constructivo utilizado con los ladrillos fue el sistema inglês (figura 2), excepto por una de las antiguas chimeneas remanentes que presenta el aparejo a tizón. Y así como la CTI, también presentan ladrillos en el aparato inglés en la fábricas FITEJUTA (figura



Figura 1
Fachada de la antigua cuadra E de la fábrica CTI y actual campus de Arquitectura y Urbanismo de UNITAU. (Camila Lima 2017)

3) y Corozita (figura 4) –las únicas que siguieron a la recolección de datos–, inauguradas en 1929 y 1935 respectivamente. La fábrica de botones Corozita sigue siendo activa en el mercado.

También a principios del siglo XX, se pueden encontrar indicios gráficos y fotografías de las Industrias Reunidas Vera Cruz (1923), la cual fabricaba pinturas con arcillas, pero ya no se encuentra en la ciudad para mayores levantamientos arquitectónicos e incluso su ubicación no fue encontrada en las encuestas.

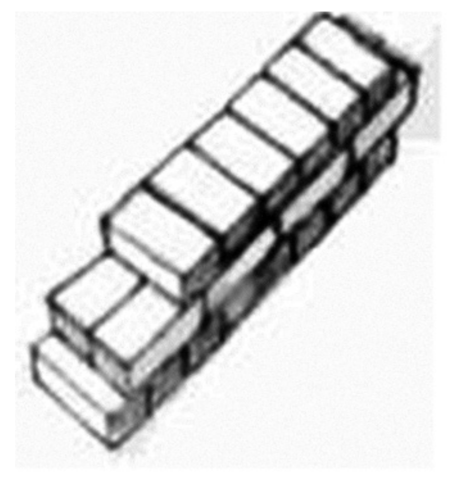


Figura 2
Croquis del aparato inglés. (Gutlich y Mascarenhas 2017)[3]



Figura 3
Fachada de la antigua fábrica FITEJUTA. (Camila Lima 2017)



Figura 4
Fachada actual y original del indústria Corozita. (Camila Lima 2017)

El levantamiento de las industrias y tan grande fue la influencia de las industrias que trajeron un gran avance no sólo económico al valle, sino cultural también, pues disponían de guarderías, cines, áreas de convivencia, ambulatorios e incluso conjuntos habitacionales para sus funcionarios y en todos ellos es posible verificar los ladrillos en sus estructuras, por lo que la industria y el ladrillo son indisociables de la historia del valle.

Las alfarerías restantes

Las alfarerías son un hito en el paisaje urbano regional, como están casi siempre localizadas en zonas de transición entre el área urbana y rural, sus hornos ganan destaques como objetos arquitectónicos diferenciados. Las alfarerías tienen una característica específica, podemos identificar con claridad los terrenos dispuestos para secado, marcados con líneas de las filas de ladrillos, siempre al lado de una construcción cuadrangular o rectangular, los hornos, y dependiendo del tamaño del terreno de secado se aumenta la cantidad de hornos en el lugar.

La literatura disponible sobre el tema no apunta la localización de las alfarerías en las ciudades en estudio, así como las marcas y los sistemas constructivos. Para identificar las posibles instalaciones hubo un levantamiento previo utilizando el programa «Google Earth Pro» que trae imágenes vía satélite de la corteza terrestre y posibilita transitar entre diferen-

tes años guardados en la base de datos de la herramienta. Mapeando así las alfarerías de las ciudades de Taubaté y Tremembé en el año más antiguo en que se fue posible, y también en los días actuales, haciendo una comparación de surgimiento y desaparición de las alfarerías.

Las alfarerías restantes se asignaron en el período de este estudio, 2016–2017. Para este procedimiento se realizaron visitas técnicas buscando documentarlas gráficamente y fotograficamente. Para ello se produjo una ficha técnica de inventario previamente a las visitas, por donde se buscó organizar la recolección de informaciones, y que resultó en los siguientes ítems: la pieza de ladrillo usada en la construcción de los hornos, así como su aparato constructivo, los ladrillos Producidos por la alfarería, su propietario, la denominación oficial y popular del establecimiento, si el mismo se encuentra en funcionamiento, levantamiento fotográfico y observaciones generales (figura 5).

En total fueron catalogadas 33 alfarerías, 13 aún en funcionamiento, 6 deshabilitadas y 14 destruidas. Y se inventariado 68 ladrillos en la región de Taubaté y Tremembé, recogidos tanto en alfarerías como en antiguas fábricas, casas antiguas que pasaban por reformas, piezas de demolición, entre otros. Se registró fotograficamente su perspectiva y tardoz, apuntando sus dimensiones, origen (donde fue fabricado), procedencia (donde fue encontrado) e integridad de la pieza cuando expuesto a la humedad.

En la ciudad de Taubaté hubo el registro de apenas dos alfarerías todavía edificadas. La primera en la Carretera Municipal de los Remedios, cerca del Río Una, se encuentra desactivada, pero sigue siendo visible la estructuración de la fabricación de ladrillos en su terreno, el propietario no fue localizado. La segunda ubicada en la colonia de Quiririm, Av. Líbero Indiani, también desactivada, esta fue incorporada por el medio urbano y reutilizada. Pertenece anteriormente por la familia Soldi, sus hornos fueron adaptados y actualmente se encuentra en funcionamiento el restaurante Alentejano.

En Tremembé tenemos dos ríos precursores de la creación de las alfarerías, Río Paraíba y Rio Uma. La mayor aglomeración se encuentra en la várzea del Río Paraíba en calles perpendiculares a la Carretera Pedro Celete. En el local se encontraron 20 alfarerías, estando 10 en funcionamiento, 3 deshabilitadas y 7 destruidas. Cerca del río Una se encontró 11 alfarerías, con 4 aún en funcionamiento y 7 destruidas, de este último grupo 3 son pertenecientes a la ciudad de Pindamonhangaba, debido a estar en la margen derecha de Río, siendo el mismo usado como división administrativa de los municipios.

Los hornos de las alfarerías visitadas siguen un mismo patrón, «Hornos de llama directa»[4] donde el calor se aplica en la parte inferior, con la utilización de madera como combustible, y los gases salen por la parte superior. Con aproximadamente 4m a 5m de altura, están cubiertos con tejas de barro, muchas veces las antiguas portada y canal, conocidas popularmente como «tejas de muslo». Construidos con ladrillos cocidos su aparato arquitectónico es inglés de una vez y

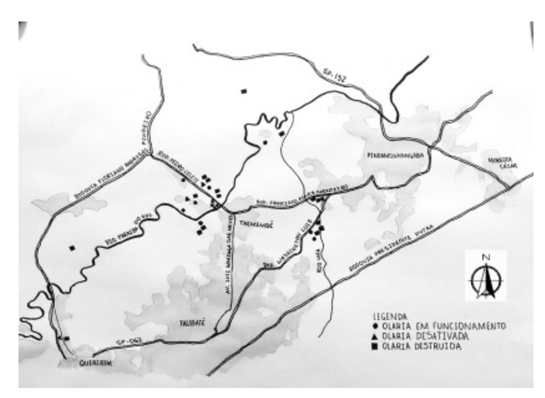


Figura 5
Croquis de la ubicación de las alfarerías. (Leticia Cursino 2017)



Figura 6
Horno estándar de alfarería en el Valle del Paraíba. (Leticia Cursino 2017)



Figura 7
Secado de los ladrillos. (Leticia Cursino 2017)

media o tres veces, encontrándose hornos más robustos en la parte inferior y más ancha en la parte superior, alternando entre aparatos de tres veces y una vez y media en la misma construcción (figuras 6 y 7).

En general, las alfarerías están en los barrios subyacentes de las ciudades visitadas, en un contexto urbano periférico. La mayoría de las personas que trabajan como alfareros son de baja renta, de poca escolaridad, muchas veces sin completar la enseñanza fundamental. Sus casas se quedan, casi siempre, justo al lado de la alfarería, construcciones sencillas hechas por el propio ladrillo fabricado. La comunidad también sigue la misma línea, aprovechando el material construido, observamos barrios casi enteramente formados por ladrillos fabricados a unos metros de distancia. Construcciones sencillas, sin aprecio arquitectónico, probablemente ejecutadas por contra propia, sin acompañamiento de arquitecto o ingeniero.

Hablando con los alfareros y la comunidad pudimos constatar el parentesco italiano con las alfarerías de la región. En la várzea del Río Paraíba encontramos varias pertenecientes a familias italianas que fueron vendidas a terceros para dar continuidad a la fabricación de ladrillos. Haciendo uso de los antiguos hornos, y construyendo nuevos cuando necesarios, los nuevos propietarios mecanizaron parte de la fabricación con formas mecánicas para moldeo de la arcilla, que disminuye el tiempo y esfuerzo gastado en esta etapa de la fabricación. No hubo una mecanización general de la alfarería, la mayor parte del proceso continúa siendo realizada como de inicio.

Los ladrillos macizos poseen en su tardóz la marca de la alfarería en que fue fabricado, llevando casi siempre el nombre del patriarca de la familia (figuras 8, 9 y 10), la identificación de la fornada (figuras 11 y 12), o símbolos representativos (figura 14). Las medidas eran estandarizadas a nivel nacional, pero para una distinción mayor de las alfarerías, cada alfarero alteraba levemente la medida en cuestión, dificultando el uso de varias marcas en una misma construcción.

Estas dimensiones siguieron disminuyendo a lo largo de los años, antes encontrados ladrillos con 29,0 × 13,5 × 7,8cm, actualmente tenemos el están-



Figura 8
Primer modelo de ladrillo fabricado por Gaudencio Indiani, 1900. (Leticia Cursino 2017)



Figura 9
Ladrillo de la alfarería de Daniel Rachou, 1900. (Leticia Cursino 2017)



Figura 10
Ladrillo de la alfarería de José Manfredini, 1910. (Leticia Cursino 2017)



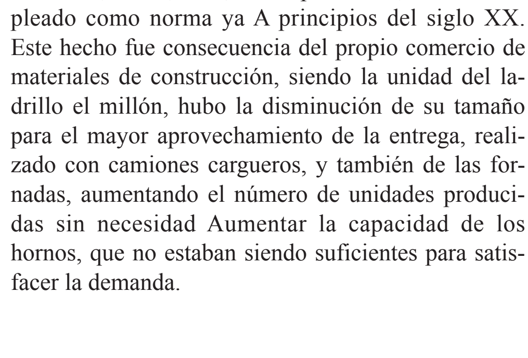
Figura 13
Ladrillo con los símbolos del ancla y del pato, representando la unión de dos alfarerías. (Leticia Cursino 2017)



Figura 11
Ladrillo con numeración de la fornada 021 de la alfarería Iori, Tremembé-SP. (Leticia Cursino 2017)



Figura 12
Ladrillo con numeración de la fornada 031 de la alfarería Iori, Tremembé-SP. (Leticia Cursino 2017)



dar de 24,0 × 11,5 × 5,2 a ser producido, medida empleado como norma ya A principios del siglo XX. Este hecho fue consecuencia del propio comercio de materiales de construcción, siendo la unidad del ladrillo el millón, hubo la disminución de su tamaño para el mayor aprovechamiento de la entrega, realizado con camiones cargueros, y también de las fornadas, aumentando el número de unidades producidas sin necesidad Aumentar la capacidad de los hornos, que no estaban siendo suficientes para satisfacer la demanda.

Conclusión

La albañilería de ladrillos estuvo presente en la historia junto con el crecimiento del hombre universal. Fue de extrema importancia en las construcciones del Valle del Paraíba entre el XIX y XX, propiciado por la unión de la inmigración italiana y el enriquecimiento de la sociedad cafetera que buscaba novedades para la demostración de poder. Vimos el surgimiento de las ciudades de ladrillos, como consecuencia de la antigua taipa, la nueva técnica de mortero cocido suplía las necesidades vigentes de la modernización de las ciudades y de las granjas de café, que utilizó del ladrillo para mejoras en el medio de la producción, como los terrenos de secado y el almacenamiento de los granos.

Con la caída de producción en el valle, el dinero del café se mezcló con la economía industrial, y las primeras fábricas se erigieron con el ladrillo cocido

proveniente de las alfarerías locales, por ser de precios más competitivos que el concreto o estructuras metálicas, que todavía eran importados.

La crisis de 1929 trajo una decaída de las construcciones paulistas, y partir de esa declinación comenzó la verdadera toma por la arquitectura de hormigón armado, abarcando la clase media con el estilo art déco. Posteriormente, con el surgimiento del modernismo en la arquitectura paulista el ladrillo fue puesto de lado, los nuevos conceptos arquitectónicos exigían necesariamente las últimas versiones de las técnicas constructivas. Las alfarerías fallidas dieron lugar a las cavas de arena, y la várzea en el río Paraíba tuvo una transformación del uso del suelo.

El ladrillo, aun no estando como primera opción constructiva en varios momentos de la construcción civil en el siglo XX, aún fue ampliamente utilizado por las clases más bajas, el ladrillo macizo dividió escenario con los ladrillos perforados, que vinieron al mercado como una mercancía más barata y ligera, emplea en las casas de aquellos que no pudieron beneficiarse del nuevo movimiento constructivo.

En las olerías visitadas pudimos observar un proceso de adaptación a las nuevas exigencias constructivas. Los hornos que antes producían los grandes ladrillos con marcas en las tardoz, ahora se utilizan para conceder la nueva demanda comercial. Muchas de las que fueron destruidas no quedaron nada más que memorias familiares de una época, otras más recientes, se logró documentar su aparición en la región.

Como fruto final de la investigación desarrollada en el primer semestre del año 2017 se realizó una serie de catálogos con el propósito de registrar este importante momento de la historia de la construcción y que en el momento pasa por un proceso de rápido borrado. Se queda una observación: aún queda mucho por desarrollar académicamente en el ámbito regional del estudio de la albañilería de ladrillos. Y, ciertamente en este corto período de realización del trabajo, no fueron catalogados todas las alfarerías y ladrillos fabricados durante casi dos siglos de su dominio, pedimos disculpas a los que aquí no se encuentran, y dejamos en abierto para una complementación posterior de los objetos faltantes.

Agradecemos a todos los que contribuyeron con esta investigación ya sea con información, fotos, compartir vivencias, o de que alguna forma ha hecho posible este trabajo. Un agradecimiento especial al orientador Doctor George Rembrandt Gutlich por las enseñanzas durante todo el período y posteriormente. La Universidad de Taubaté (UNITAU) por el apoyo y al Consejo Nacional de Investigación (CNPq) que concedió la beca para que este trabajo fuera realizado.

Notas

1. Dupré fue el ingeniero responsable de la construcción del núcleo de Quiririm y la división de los lotes.
2. La disminución del número de alfarerías descritas, no necesariamente remite a no existencias de las mismas, debido a que es desconocido cómo se dio la identificación de las alfarerías por el Almanach.
3. Imagem retirada de «Alvenaria de Tijolos e Poética Arquitetônica no Complexo Fabril Tecelagem Parayba» George Rembrandt Gutlich y João Mascarenhas Mateus
4. Nombramiento utilizado por Campbell y Pryce en Ladrillo, Historia Universal, 2004

Lista de referencias

Almanak Laemmert, 1891–1940, São Paulo

Almanach de Taubaté, 1899

Campbell, James W. P. *Tijolo, História Universal*. Blume, 2004.

Cano, Wilson. *Raízes da Concentração Industrial em São Paulo*. São Paulo: Difel, 1976.

Gutlich, George. *Alvenaria de tijolos como poética arquitetônica. Estudo do conjunto fabril Tecelagem Parahyba*. Tese de Pós-doutoramento. Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, 2016.

Gutlich, George Rembrandt Gutlich e Mello, Benedito Assagra Ribas de. *Arquitectura sacra colonial en el Vale do Paraíba: estudio morfológico de las adaptaciones. Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Segóvia, Instituto Juan de Herrera. 2015.

Hutter, Lucy Maffei, *Imigração Italiana em São Paulo de 1902 a 1914. O processo imigratório.* Instituto de Estudos Brasileiros/USP, 1986

Indiani, José. *Os italianos em Quiririm e minhas memórias.* Canal, 2007

Jornal do Povo-Taubaté ano de 1889

Lemos, Carlos A. C. *Alvenaria Burguesa*. São Paulo, Nobel, 1989.

Lucca, Paolo Emilio de. *Della emigrazione europea ed in particolare di quella italiana, parte seconda*. Torin 1909

Matheus, João Mascarenhas, *Técnicas tradicionaisde construção de Alvenaria.* Livros Horizonte 2002

Müller, Nice Lecocq. *O Fato Urbano na Bacia do Rio Paraíba-Estado de São Paulo*. Rio de janeiro, IBGE-Instituto Brasileiro de geografia, 1969.

O museu de Estado de Pernambuco-São Paulo, Banco Safra, 2003

O Noticiarista-Taubaté, 1888 a 1940

Ortiz, José Bernado, *Velhos Troncos 2ª edição,* Taubaté: Prefeitura Municipal, 1988

Pereira, Armando de Arruda. *Indústria Cerâmica-Tratado prático elementar*. Livraria Martins, 1947

Petrucci, Eladio G.R, *Materiais de Construção,* Globo, 1979

Pollio, M. Vitruvius. *Tratado de Arquitetura*. São Paulo: Martins, século I a. C.

Ricci, Fábio. *Indústrias têxteis na periferia: origens e desenvolvimento: o caso do Vale do Paraíba,* Taubaté: Cabral, 2006

Società 30 di Aprile, *Quiririm, Presença e História Italiana.* Ver Curiosidades, 1997

Vieira, Dorival Teixeira, *O negro e o crédito rural durante o império. Problemas Brasileiros,* São Paulo, 1981

Archivos consultados

Museu da Imigração-Quiririm

Arquivo histórico de Taubaté

Divisão de museus, patrimônio e arquivo histórico municipal de Taubaté.

Estabilidad en el neoclasico napolitano y vulnerabilidad sísmica de la cúpula de San Francisco de Paula en Nápoles

Concetta Cusano
Claudia Cennamo
Maurizio Angelillo

La Basílica de San Francisco de Paula, situada en la Plaza del Plebicito, centro histórico de Nápoles, fue construida como una finalización de la plaza frente al Palacio Real por voluntad del Rey Ferdinando IV (1816), diseñada por el arquitecto suizo Pietro Bianchi. El «templo de los Borbones» se caracteriza principalmente por su imponente cubierta a cúpula semiesférica, que sobresale del complejo. Hace referencia directamente al Panteón por sus relaciones geométricas, de proporción, sus aspectos formales y compositivos, a pesar de que no es completamente semiesférica y su interior no goza de la espacialidad de su modelo. Además en origen la cúpula terminaba con un óculo central en el cual, aún hoy, convergen y se equilibran las fuerzas estructurales. Posteriormente, sobre el óculo se colocó una linterna, que es de hecho un realzado cónico completamente en vidrio que permite el paso de la luz. El objetivo de este trabajo es el estudio de la estabilidad de la cúpula que permite precisar, en primer lugar, la seguridad global de la estructura en su estado actual, en especial en lo que respecta a la estática. En segundo lugar, evaluar el grado de seguridad sísmica de la estructura, identificando las potenciales condiciones de vulnerabilidad en caso de sismo. El análisis estructural es de tipo estático, realizado a través del método gráfico, en linea con los principios del análisis límite expuestos por Heyman para las estructuras de fábrica. La innovación metodológica consiste en el uso de los métodos tradicionales de cálculo gráfico de las estructuras de fábrica, interconectados con las nuevas normas antisísmicas del territorio. El aspecto operativo del trabajo se configura en la interdisciplinariedad de campos, con el objectivo de obtener la comprensión completa del objecto en su condición actual sin utilizar un análisis elástico, que no sería adapto para el estudio de los edificios históricos.

Introducción. Memoria histórica

El presente trabajo se desarrolla en el ámbito de un estudio mayor y trata el análisis de estabilidad de la cúpula de la Basílica de San Francisco de Paula, ubicada en Nápoles. Esta fase del trabajo ha indagado sobre un aspecto específico, la estabilidad, utilizando relevamientos geométricos de los cuales se han extraído hipótesis inherentes a los materiales que podrían componer su estructura. La siguiente etapa del trabajo comprenderá la realización de pruebas «in situ» sobre materiales constitutivos y el análisis para evaluar el factor de vulnerabilidad sísmica de la iglesia.

La Basílica de San Francisco de Paula, situada en la Plaza del Plebicito, centro histórico de Nápoles, fue construida como una finalización de la plaza frente al Palacio Real por voluntad del Rey Ferdinando IV (1816), diseñada por el arquitecto Bianchi. Se trata de una arquitectura religiosa y su construcción está vinculada a una serie de vicisitudes y circunstancias políticas que han concursado para determinar y, sobretodo, condicionar su valor arquitectónico (Catello 1978; Villari 1995)

La iglesia actual fue construida en el lugar en que se encontraba originalmente la capilla edificada en el siglo XIII por los reyes angevinos en honor a San Luis, Rey de Francia. En el siglo XV, Ferrante I de Aragón dedicó la capilla a Francisco de Paula como señal de bienvenida a la ciudad de Nápoles. El templo, en tiempo breve, viene ampliado convirtiéndose en convento. Durante el período de dominación francés (1804–1815), en el marco del proyecto de urbanización de la ciudad, se comenzaron los trabajos de adaptación del Largo di Palazzo (la actual Plaza del Plebiscito) con el objetivo de disponer un gran espacio público, con una estructura centralizada dentro de un perímetro semicircular (aún hoy visible) con porticado (para contener las manifestaciones o asambleas populares) (figura 1).

El programa constructivo sufre un cambio radical en el 1815, durante la Restauración Borbónica; el Rey Ferdinando IV ordena que en lugar de un edificio público se construyera un templo en honor a Francisco de Paula. Luego de constatar el alto grado de avance de la construcción y, por ello, la imposibilidad de demolerla, el Rey decide transformarla para anular su alta carga política. Para la reformación del templo, se abre un concurso en el cual la pauta de proyecto es evidente; el modelo a seguir era el Panteón de Roma. Esto se observa en el cuerpo avanzado con pronaos hexástilo con dos pilares de orden jónico sobre el cual se eleva un frontón triangular. El espacio interno también refleja el modelo romano, en

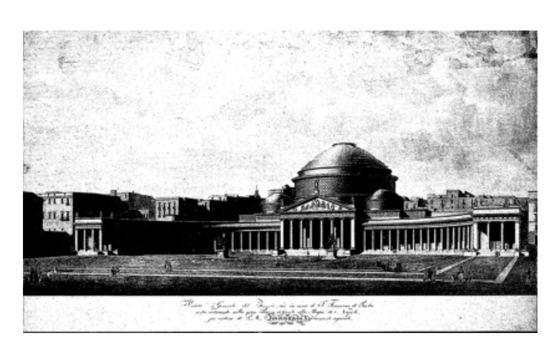
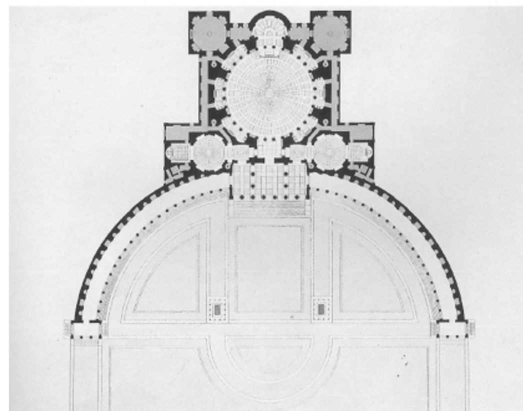




Figura 1
Vista de la Basílica de San Francisco de Paula y de la plaza frente a la iglesia. (a) Dibujo del arquitecto Pietro Bianchi (Cavadini 1995). (b) Foto del autor.



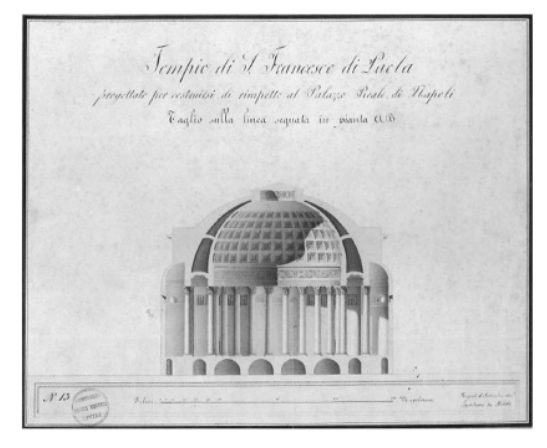


Figura 2
Pietro Bianchi, Basílica de San Francisco de Paula: (a) Planta original; (b) Sección original (Cavadini 1995).

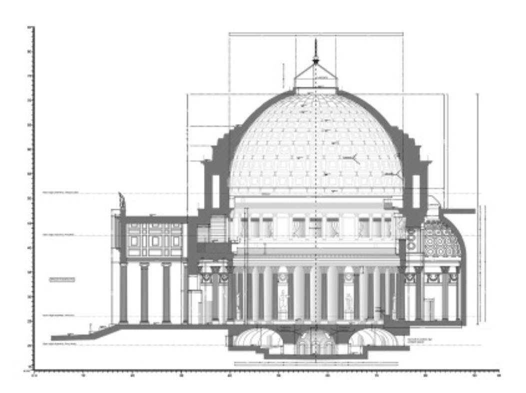
especial, su cúpula semiesférica casetonada (Sasso 1856; Jandoli 1999, 121–124) (figura 2).

Descripción compositiva y constructiva de la cúpula

La configuración de la Iglesia, constituye la máxima expresión del lenguaje neoclásico napolitano. La cúpula hemisférica es la típica cobertura utilizada en espacios de planta central, en los cuales predomina el carácter de continuidad espacial en vez de la percepción de verticalidad.

En Nápoles, el sistema de cobertura con cúpula hemisférica no ha tenido gran aplicación, ni siquiera en el caso de edificios religiosos salvo por algunos pocos ejemplos, entre los que sobresale, por dimensión y notoriedad, la Basílica de San Francisco de Paula. Esto probablemente esté vinculado al hecho que la tipología de cúpula hemisférica nace como elemento destinado a cubrir templos configurados con una sola sala, que corresponde a la tipología inherente a la arquitectura pagana, distante del esquema a cruz propio de la religión cristiana (Sasso 1856). Sin duda, un ejemplo elocuente de este tipo de arquitectura es el Panteón de Roma, que el Rey Ferdinando IV propone como modelo de referencia, sea por lo que concierne a la geometría y la proporción como por la configuración estrictamente compositiva y formal (Jandoli 1999, 121–124) (figura 3).

De la comparación entre las dos cúpulas afines, se identifican relaciones geométricas diferentes. La Basílica de San Francisco de Paula tiene una altura de 53 metros y un diámetro de 36 metros aproximadamente, en cambio el Panteón es alto 43,30 metros con un diámetro exactamente correspondiente. Este hecho implica una percepción espacial diferente, en la que la cúpula del Bianchi envuelve un espacio más utilizado. La iluminación se obtiene, como en el Panteón, por medio de un óculo central de 9 metros aproximadamente con un cono de vidrio realzado. La cúpula carga sobre una base circular constituida por 8 pilares. Al externo la cúpula está recubierta de plomo y se articula con la estructura vertical del tambor mediante cuatro gradas anulares. La cúpula termina en una linterna con su correspondiente cupulin, cuyo acceso es exterior a través de las cuatro escaleras en el trasdós de la cúpula (figura 4).



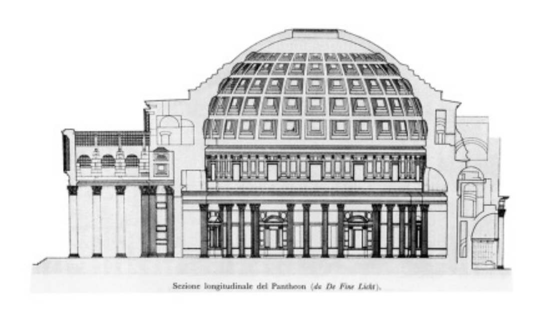
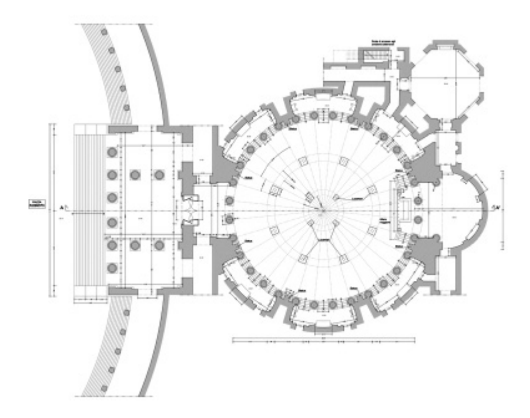


Figura 3
Comparación entre las dos cúpulas: (a) Sección de la Basílica de San Francisco de Paula (Tecno IN Geosolutions); (b) Sección del Panteón (De Fine Licht 1968).

Marco teórico del análisis

El soporte teórico sobre el cual se realiza el análisis estructural es fundamentalmente la Teoría del análisis límite de estructuras de fábrica desarrollada por Jacques Heyman.

Se considera la estructura de fábrica formada por un material rígido-unilateral, que resiste compresiones, pero no tracciones, es decir, se imagina la fábrica compuesta por un conjunto de bloques indeformables en contacto seco y directo que se sostienen por su propio peso. Se supone también que las tensiones son bajas y que el rozamiento entre las piedras es suficientemente alto como para impedir el deslizamiento de unas piedras respecto a otras. En definitiva, se considera la fábrica como un material homogéneo sometido a su propio peso. Estas hipótesis que, como vemos, consideran las propiedades del material, dan lugar a los Principios del Análisis Límite de las es-



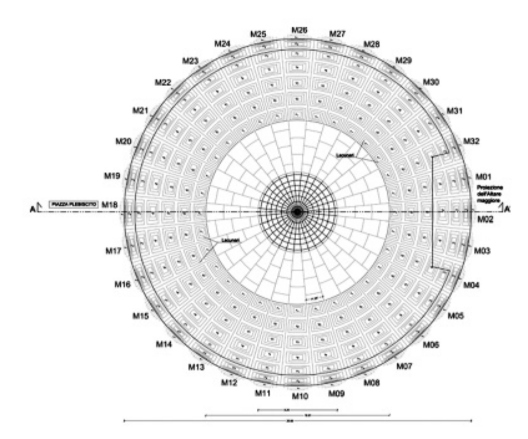


Figura 4
Dibujos de la Basílica de San Francisco de Paula: (a) Planta general de la iglesia. (b) Planta de la cáscara interior de la cúpula casetonada (Tecno IN Geosolutions).

tructuras de fábrica: la fábrica presenta una resistencia a compresión infinita, debido a las tensiones tan bajas que soporta (si consideramos las tensiones medias, este principio es aproximadamente correcto); la fábrica tiene una resistencia a tracción nula (este principio va en cierto modo a favor de la seguridad, ya que los bloques si tendrían resistencia a tracción, pero no el mortero que los une); el fallo por deslizamiento es imposible (Heyman 1999).

Dentro de la Teoría del Análisis Límite se enuncia el Teorema Fundamental de la Seguridad, que afirma que si se puede hallar una posición cualquiera para la línea de empujes dentro del espesor de la fábrica, la estructura es estable y el colapso no puede producirse nunca para la carga dada (Heyman 1999; Huerta 2004).

Al ser la estructura hiperestática existirán infinitos estados de equilibrio que no violan las hipótesis del material. Cada uno de ellos podrá ser representado por una línea de empujes. A lo largo de este apartado de investigación se trata de buscar una de estas soluciones de equilibrio aplicando el método de los cortes combinado con la estática gráfica.

Análisis de estabilidad de la cúpula. Aplicación del método de los cortes

La primera prueba de la estabilidad de un edificio de fábrica y de la existencia de una solución de equilibrio, con los empujes transmitiéndose por su interior, es que está en pie desde varios siglos atrás (Huerta

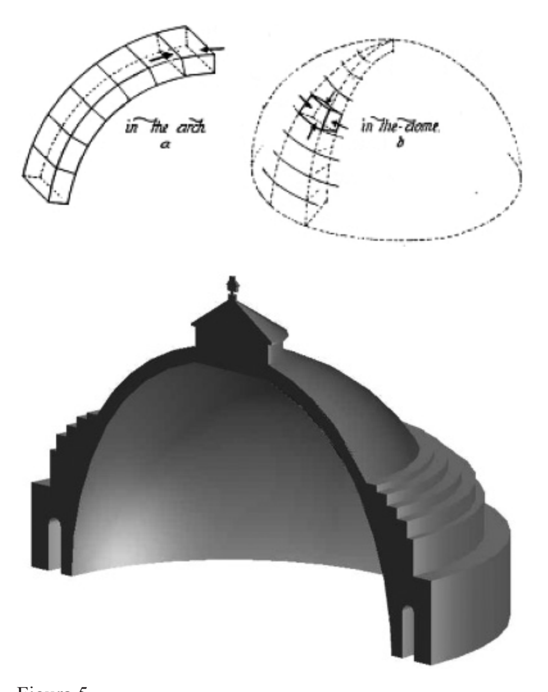


Figura 5
(a) Diferencia entre un arco y una cúpula. En el arco sólo hay esfuerzos en dos caras, las juntas, mientras que en la cúpula puede haber esfuerzos en cuatro caras, definidas, en general, por cortes según planos meridianos y paralelos. (Dunn 1908; Huerta 2004, 437). (b) Dibujo del autor.

1998). No obstante, conviene verificar si, con el paso de los siglos, las modificaciones del contorno han producido que la línea de empujes se encuentre cerca de los límites de la fábrica, cambiando esta estabilidad.

Una cúpula, generada quizá por la rotación de un semiarco alrededor de un eje, es una estructura espacial. Para abordar el análisis de estructuras tridimensionales es de gran utilidad el empleo del método de los cortes (Heyman 1999) que permite estudiar el problema, o al menos parte de él, de un modo bidimensional. Para analizarla se necesita dar dos familias de cortes que, de forma habitual, son cortes según los planos meridianos y paralelos en las cúpulas de revolución. El proceso consiste, en primer lugar, en imaginar la estructura dividida en una serie de partes, las «dovelas» de la cúpula que, así cortadas, pueden recibir esfuerzos no sólo según las caras meridianas, como los arcos, sino también en las caras paralelas (Huerta 2004) (figura 5).

El cálculo se ha efectuado a partir de un levantamiento fotogramétrico y relevamientos escáner láser realizados por parte de Tecno IN Geosolutions encargada por el Ministerio de Infraestructura y Transporte – Provveditorato Interregionale per le opere pubbliche (Campania, Molise, Puglia, Basilicata) (figura 6).

De esta forma se ha procedido a dividir la cúpula en gajos y cada gajo en dovelas, con el fin de calcular el peso de cada una de ellas dada su formación en cuña, cuya anchura se reduce hasta la clave, tanto para determinar el empuje final que reciben los apoyos como observar el paso que realiza la línea de empujes (Hurtado Valdez 2005). El sistema de cortes elegido caracterizará, pues, la solución de equilibrio (García Ares 2011).

A partir de las mediciones realizadas en ordenador se ha obtenido el volumen de cada «dovela» del gajo, el cual ha sido multiplicado por el peso específico del material que constituye la cúpula, además de haberse añadido la correspondiente carga de la linterna. La figura 7 muestra el recorrido de la línea de empujes según el material asumido basándose en la analogía con el Panteón.

De la aplicación de las cargas a su expresión gráfica vectorial se ha observado que la línea de empujes está contenida dentro de la fábrica, siendo la cúpula estable independientemente del material, tal como postula el Teorema Fundamental del Análisis Límite. Llama la atención que el pequeño cambio del empuje de cargas en los cuatro casos no dista aún mucho de los bordes de la sección. La condición de estabilidad, por tanto su nivel de seguridad, estará determinada por la distancia existente desde la ubicación de la resultante de las fuerzas actuantes hasta los bordes de la sección, ya que si se saliera de la fábrica implicaría tracciones que el material, de acuerdo a las hipótesis adoptadas, no puede asumir (figura 8).

Nótese que la elección de este método según los cortes meridianos tiene que ver con la forma de agrietarse de las cúpulas de fábrica, debido a pequeños movimientos. En efecto, en la zona agrietada, una cúpula está compuesta, físicamente, por un sistema de arcos. De hecho, Heyman (1988) ha comparado los resultados de sus cálculos para la cúpula del Panteón de Roma con el levantamiento de las grietas realizado por Terenzio (1933), encontrando una buena concordancia.

Estudio sobre el material

En la comprobación gráfica, la confiabilidad de los resultados es directamente dependiente de una correcta modulación geométrica pero al mismo tiempo, son fundamentales los estudios relativos a las características constructivas, al tejido del muro, a la presencia o ausencia de la doble cáscara y de los «vacíos» al interior del conjunto del muro.

Es importante el nexo que existe entre la técnica constructiva, el comportamiento estructural y la evaluación de la seguridad. Por lo tanto, no se puede prescindir de un conocimiento profundo y concreto sea de la fábrica que de su historia. Teniendo esto en cuenta, las hipótesis que hasta ahora se han presentado por lo que respecta al material que constituye la cúpula, encuadradas en el ámbito de un conocimiento constructivo e histórico-estático, serán verificados a través de la realización de una serie de pruebas que inducen además un control de los estados de tensión presentes en el sitio. El siguiente gráfico en la figura 9 explica la variación de peso por unidad de proyección.

Conclusiones

Después de este trabajo de investigación, la primera conclusión que se puede enunciar es que la cúpula

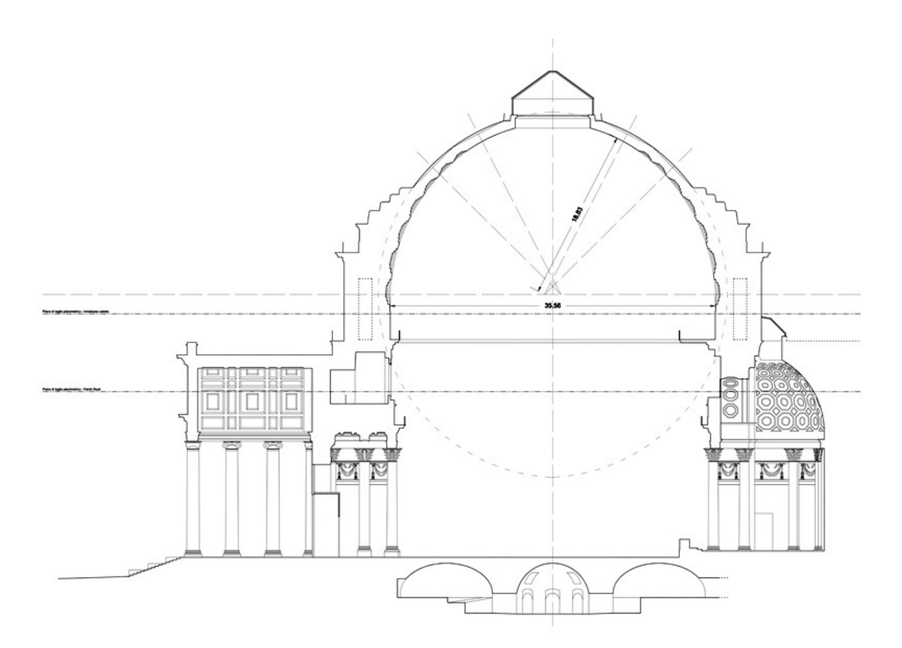


Figura 6
Sección de la cúpula redibujada con individuación de la geometría.

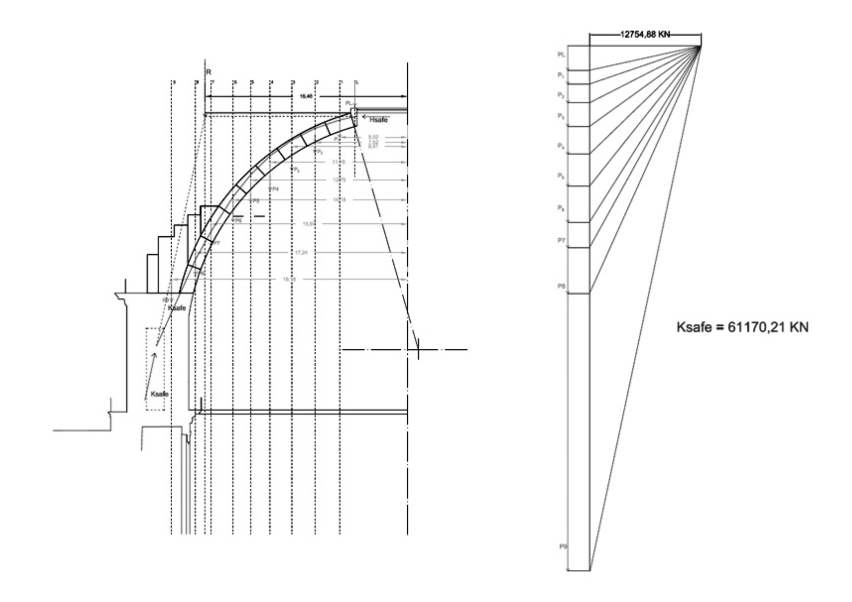


Figura 7
Esquema de equilibrio de la cúpula representado por línea de empujes. El esquema hace referencia al caso en el cual la cúpula está constituida por mampostería completamente realizada en ladrillos.

Figura 8
(a) Análisis gráfico de equilibrio del Panteón realizado por Heyman. Línea de empuje mínimo en el Panteón (Heyman 1989, Huerta 2008). (b) Grietas en la cúpula del Panteón. Sección (Terenzio 1933, Huerta 2008).

de la Basílica de San Francisco de Paula en las actuales circunstancias de cargas y posición de las



Figura 9
Gráfico de estudio. Variación de peso por unidad de proyección.

«dovelas» es estable, presentando una estructura interna de suficiente sección para garantizar que el recorrido de la línea de empujes se realice dentro de la fábrica.

A partir de investigaciones geognósticas que se están realizando en conjunto con la Universidad de Salerno, se evidencia que el material que constituye la cúpula es compacto. Esto significa que, probablemente, no existe una doble cáscara, asì como en cambio demuestran los planos originales del arquitecto Bianchi (ver la figura 2b antes representada).

Posteriormente, este trabajo se aprofundizará con otros estudios para evaluar el grado de seguridad sísmica de la estructura, identificando las potenciales condiciones de vulnerabilidad en caso de sismo (Cennamo y Di Fiore 2013; Cennamo, Angelillo y Cusano 2016).

Lista de referencias

Catello, E. 1978. «Architettura neoclassica a Napoli. La Basilica di S. Francesco di Paola». En *Napoli Nobilissima*, Maggio-Giugno 1978, F.lo III.

Cennamo, C., M. Di Fiore. 2013. Best practice of structural retrofit: The SS. Rosario Church in Gesualdo, Italy. En *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment,* 4 (2).

Cennamo, C., M. Di Fiore. 2013. Structural, seismic and geotechnical analysis of the Sant'Agostino church in L'aquila (Italy). En *Rev. ing. constr. [online*]. 28: 7–20.

Cennamo, C.; M. Angelillo; C. Cusano. 2016. Structural failures due to anthropogenic sinkholes in the urban area of Naples and the effect of a FRP retrofitting. En *Composites Part B Engineering*, 108.

De Fine Licht, Kjeld. 1968. *The Rotunda in Rome: A Study of Hadrian's Pantheon*. Edición Gyldendal.

Dunn, William. 1904. «Notes on the stresses in framed spires and domes». *Journal of the Royal Institute of British Architects*, Third series. 11: 401–412.

García Ares, José Antonio. 2007. «Un enfoque para el análisis límite de las escaleras de fábrica helicoidales». *Actas de Quinto Congreso Nacíonal de Historia de la Construcción*. Burgos, 7–9 junio de 2007. 1: 335–343. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Heyman, Jacques. 1988. *Poleni's problem. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part 1*, 84: 737–759.

Heyman, Jacques. 1999. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera/CEHOPU. (Traducción de la ed. inglesa: 1995. The Stone Skeleton. Structural Engineering of Masonry Architecture. Cambridge: Cambridge University Press).

Huerta, Santiago. 1998. «Mecánica de las bóvedas de la catedral de Gerona». En apuntes del curso las grandes bóvedas hispanas, Madrid 19–23 de mayo de 1997. Ministerio de Fomento, Madrid, 1998, pág. 57.

Huerta, Santiago. 2004. *Arcos bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta, Santiago. 2008. «The analysis of masonry architecture: A historical approach: To the memory of professor Henry J. Cowan». *Architectural Science Review*, 51 (4), 297–328.

Hurtado Valdez, Pedro. 2005. «Análisis de la estabilidad de la cúpula de la basilica del monasterio de El Escorial». Monografía (Working Paper). E.T.S. Arquitectura (UPM), Madrid.

Sasso, C.N. 1856. *Storia dei monumenti di Napoli e degli architetti che li edificarono*. 2: 123–134. Napoli.

Jandoli, Andrea. 1999. «L'utilizzo della cupola emisferica: la Chiesa di San Francesco di Paola» en *Napoli versus coelum. La città e le sue cupole* editado por Adriana Baculo Giusti, Antonella di Luggo, Riccardo Florio. Electa Napoli.

Terenzio, A. 1933. «La restauración del Panteón de Roma» in *La conservation des monuments d'arts et d'histoire*, 280–285. Paris: Office International des Musées.

Villari, Sergio. 1995. «Tra neoclassicismo e restaurazione. La Chiesa di San Francesco di Paola». En AA.VV., *Pietro Bianchi 1787–1849*, editado por Nicoletta Osanna Cavadini, Electa, Milano.

AA.VV. 1995. Pietro Bianchi 1787–1849, editado por Nicoletta Osanna Cavadini, Electa, Milano.

El ladrillo como lenguaje de la modernidad en la obra de Miguel Fisac

Ramón Vicente Díaz del Campo Martín Mantero

Los primeros años de ejercicio profesional de Miguel Fisac están directamente relacionados con el uso del ladrillo. El arquitecto inició su carrera profesional a principio de los años cuarenta realizando varios edificios para el recién creado Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Estas construcciones fueron consideradas muy modernas por su interesante intento de actualización del clasicismo, aunque una vez concluidas Fisac consideró que ese camino estaba agotado.

El ladrillo ha sido un elemento versátil empleado por los arquitectos en diversas formas y situaciones, siendo un material accesible y probablemente el más utilizado en la historia de la arquitectura española. A finales de los años cuarenta fue elegido por buena parte del sector, no por la predilección de los propios arquitectos, todo el contrario, por la imposición del momento, ya que era prácticamente el único material con el que podían contar con total seguridad en el mercado. A finales de los años cuarenta un grupo de jóvenes autores comenzaron a desarrollar una obra de tintes modernos directamente vinculada con los cambios de apertura que vivía el país. Debido a las circunstancias económicas y políticas el ladrillo fue el material utilizado en buena parte de los primeros edificios renovadores construidos en nuestro país como podemos ver en el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC de Miguel Fisac o en el Edificio de los Sindicatos de Francisco de Asís Cabrero y Rafael Aburto, entre otros.

En el presente estudio realizaremos un análisis sobre la utilización del ladrillo en la obra realizadas por Fisac entre 1949 y 1952, años claves en la trayectoria profesional del arquitecto donde se utilizó como principal material para alcanzar la poética de la modernidad.

El arquitecto de la Ciencia Española

Miguel Fisac recibió en el año 1949 un encargo por parte del Ministerio Nacional de Educación para diseñar un edificio destinado a Centro Investigaciones Biológicas para el CSIC. Se buscaba reunir bajo una sola sede tres institutos independientes que mantenían líneas de investigación claramente delimitadas: el Instituto Cajal de Neurobiología, el Instituto Jaime Ferrán de Microbiología y el Instituto de Endocrinología Experimental. Para alojar a esta institución se planteó un edificio de nueva planta en la confluencia de las calles Joaquín Costa y Velázquez en Madrid, muy cercano al resto de edificios del CSIC que se levantaron en la próxima calle Serrano.

La selección del arquitecto manchego por parte del ministerio no fue casual, en aquellos años tenía una intensa relación laboral con CSIC, del que era secretario general José María Albareda (1939–1966). Miguel Fisac había iniciado allí su carrera levantando varios edificios como la Iglesia del Espíritu Santo, Edificio Central del Consejo y los Institutos Nacionales de Edafología y Óptica, entre otros.[1] Aquellas construcciones apostaron por una actualización del clasicismo tomando como modelo algunas referen-

cias italianas. (Fernández Cobían, 2005: 261). Los edificios fueron considerados muy modernos dentro del complejo panorama arquitectónico español:

> Confesamos que ningún manjar es más deleitoso para nuestra actitud crítica que la contemplación de estas arquitecturas, donde las audacias se hallan frenadas por unas nobles premisas del clasicismo y de sobriedad monumental (Camón Aznar, 1946: 17).

En 1949 aparece fechado un primer proyecto del edificio para el CSiC, [2] con una planta que se adapta a su ubicación, organizando los espacios en torno a las dos calles para crear un patio interior. El proceso de construcción fue bastante lento y complejo por las dificultades que suponía poner en marcha este tipo de centros en la España de finales de los años cuarenta. Miguel Fisac tuvo que realizar un viaje en octubre y noviembre 1949 por distintas ciudades europeas con el fin de documentar a fondo edificios tipología similar en otros países. Buscaba estudiar los medios necesarios para llevar a cabo procesos de estabulación de animales de experimentación: ratas, ratones, cobayas, etc. (Fisac, 1989:13). Aunque aquella no era la única finalidad del viaje, ya que el arquitecto tenía una enorme inquietud por contemplar de cerca algunas de las obras de los principales arquitectos modernos y explorar modos creativos que fueran más allá de un clasicismo.

> Y con motivo de que me encargaron el Instituto Cajal decidí salir para ver centros de experimentación con animales en otros lugares. Con la beca de ocho mil pesetas que me dieron entonces, me volé toda Europa y sus alrededores, incluso llegué al Polo Norte. Me fui con una sola idea: buscar algo que sea actual, ¡pero que no sea esto! (De la Roda, 2007: 190).

El CSIC le otorgó una beca de ocho mil pesetas para este viaje con la que recorrió Europa, en compañía de su amigo y compañero barcelonés José Antonio Barcells visitando Lausanne, Basel, París, Copenhague, Estocolmo, Goteborg y Ámstedam. Fisac no pudo visitar Finlandia debido a las dificultades políticas del momento. El arquitecto partió con una serie de anotaciones previas de edificios que tenía que visitar extraídas de revistas de arquitectura de la época y de indicaciones de otros compañeros de profesión. Y así pudo ver, entre otras obras, el Pabellón Suizo de Le Corbusier en la Cuidad Universitaria de Paris (construido entre 1931–1933). Después de su análisis la conclusión fue tajante, convirtiéndose en una de las primeras voces críticas hacia el Movimiento Moderno, cuestionando principalmente la falta de respeto por parte de estos arquitectos ante el entorno donde levantaban sus edificios (Cánovas, 1997:18). A pesar de estas decepciones el arquitecto se encontró con interesantes propuestas arquitectónicas, descubriendo la arquitectura nórdica y en concreto las obras de Arne Jacobsen y Erik Gunnar Asplund (Capitel, 1986: 28). Aunque el primer encuentro con la obra de Asplund en el Instituto Bacteriológico Veterinario de Estocolmo fue una desilusión, sin embargo después visitó la ampliación del Ayuntamiento de Gotemborg, que se convirtió en un hallazgo y una referencia inmediata.[3] En el edificio encontró una arquitectura que promovía la armonía entre el hábitat humano y el entorno natural, y que además conseguía una composición unificada que resolvía problemas programáticos, constructivos y estéticos (Fisac: 1981, 33).

El viaje tuvo importantes consecuencias para el arquitecto. La arquitectura nórdica se convirtió en un auténtico modelo para Fisac, ya que ponía de relieve que no eran necesarios grandes programas representativos para conseguir una buena arquitectura, poniendo el acento en una serie de factores de carácter funcional-humano como el uso del paisaje o la utilización de materiales locales, entre otros (Morales Saro, 1979: 26). El hallazgo del arquitecto danés Arne Jacobsen fue trascendente para Fisac, a partir de ese momento se intensifica un interés por el diseño de muebles, utensilios, joyas e incluso ropa. También en Jacobsen encuentra una autentica referencia en el uso de la tradición como referencia que tendrá su repercusión en obras posteriores como la serie de los institutos laborales (Asensio-Wandosell, 2013: 21). A su vuelta a España, Fisac ejecutó tres interesantes obras en un corto periodo de tiempo donde se pueden ver influencias de este viaje: la librería del CSIC en la calle Duque de Medinaceli de Madrid, el Instituto Laboral de Daimiel y el Instituto Cajal y Ferrán, todas ellas para el Ministro Nacional de Educación.

Tras la intensa experiencia de aprendizaje del viaje Fisac continúa con la construcción del edificio Cajal para el Consejo. Concibió un conjunto con planta en forma de V ajustado a las alineaciones de las calles que cortaba su vértice mediante un cuerpo curvo de

mayor altura, dejando un gran patio abierto y ajardinado en el polo opuesto. Las alas longitudinales albergaban los espacios necesarios para los institutos, mientras que el torreón del vértice contenía las dependencias para experimentación con animales, de forma que se establecía una clara separación en tres bloques que funcionaban independientes aunque estaban enlazados en algunas plantas (Patón, 2013: 90–91). En los pabellones que daban a las dos calles se ubicaron una serie de laboratorios para investigaciones biológicas, despachos, bibliotecas, salas de trabajo,… que fueron diseñados como módulos autónomos de 2,10 × 5,50 m. a los que se dotó de varios servicios (agua, corrientes eléctricas, iluminación artificial y natural, calefacción, salida de gases y desagües) permitiendo una gran elasticidad en cuanto a distribución interna de los espacios. Este planteamiento por unidades de trabajo fue ensayado con anterioridad en el Instituto de Óptica del CSIC, así cada una de ellas establecía su correspondería con las ventanas exteriores del edificio, que fueron construidas por la carpintería La Navarra siguiendo un diseño de Fisac, se trataba de elementos de madera, con un sistema basculante que contenían un doble vidrio y persiana en medio de ambos (Asensio-Wandosell, 2013: 23). Por la índole especial de los trabajos que se iban a llevar a cabo en esos laboratorios, además de la calefacción por agua caliente y circulación acelerada de cada módulo, se creó una sobrepresión en las galerías de distribución de aire caliente, sin retorno, para evitar la difusión de aires malolientes o viciados de los laboratorios (Fisac, 1956: 7–8). El acceso a cada uno de los pabellones se realizaba de forma independiente a través de calles distintas. Se hacía por medio de unos pórticos sustentados por pilares en forma de V revestidos de finas lajas de piedra blanca de Colmenar y sobre los que apoyaban las vigas de hormigón que se dejaron vistas. A través de ellos se accede al interior del edificio y del patio situado al sur, que buscaba dar flexibilidad al edificio y no romper bruscamente con el exterior, una de las lecciones aprendidas en el viaje europeo. [4]

Las obras de Miguel Fisac son complejas, están configuradas por la suma de un conjunto de elementos a los que el arquitecto prestó una exhaustiva atención a lo largo de su dilatada trayectoria (de más de sesenta años de ejercicio profesional): materia, programa, espacio, jardín, mobiliario, iluminación, trabajo con otros artistas,… haciendo de ellas unos proyectos que se pueden asociar al concepto de *Gesamtkunstwerk* (obra de arte total). Su peculiar manera de concebir la arquitectura le hizo diseñar

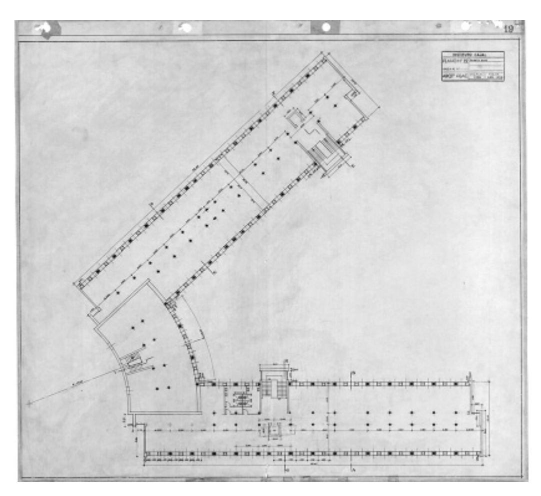


Figura 1
Plano del Centro de Investigaciones Biológicas de los patronatos Cajal y Ferrán, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Fotografía: Archivo de la Fundación Miguel Fisac.



Figura 2
Pilares en uno de los accesos a los pabellones laterales. Fotografía del autor.

hasta los elementos más pequeños. Cada espacio, desde los picaportes de las puertas de acceso hasta los jardines, formaban parte del todo final en el edificio que analizamos: el Centro de Investigaciones Bilógicas Cajal y Ferrán (actual Secretaria del Mar del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente). Prácticamente todo, exceptuando los elementos más técnicos, se realizó siguiendo los dibujos de Miguel Fisac: ladrillo, ventanas, puertas, las singulares escaleras despegadas de su caja mural, los pórticos con pilares en V, la jardinería,…. al igual que ocurrió en los edificios que el arquitecto manchego construyó en años anteriores para el CSIC. No sé trató de un caso aislado, ya que buena parte de los arquitectos españoles de la segunda modernidad diseñaron una notable cantidad de objetos a lo largo de su trayectoria profesional, pero en la mayoría de los casos se trató de experiencias creativas aisladas que raramente se concebían dentro del programa concreto de un edificio.

La materia: el protagonista del conjunto

Una vez definido el programa, al igual que en otros proyectos, Fisac buscó las soluciones constructivas que mejor se adaptasen a las necesidades del edificio. El arquitecto utilizaba un peculiar programa de trabajo, que se estaba definiendo durante aquellos años, en el que el protagonismo de la materia en la concepción arquitectónica estaba directamente relaciona con él. Fisac publicó múltiples escritos a lo largo de su vida donde podemos observar que incide de forma constante en los aspectos metodológicos de la disciplina arquitectónica. El programa se basaba en la realización de un itinerario mental buscando soluciones constructivas a las necesidades del edificio (Arques, 1996: 37). Se basaba en las preguntas dónde, qué y cómo, que conducían a un interés por cuestiones sobre el lugar, la técnica y la funcionalidad (Fernández Galino, 2006: 37). En primer lugar Miguel Fisac organizaba espacialmente las necesidades de cada programa. Es decir, estudiaba **¿para qué?** se construía el edificio, sintetizándolo gráficamente mediante organigramas. Una vez que había obtenido un esquema de los espacios necesarios era necesario analizar las circunstancias en las que se iba a insertar el edificio y estudiar el entorno del que formaba parte: **¿Dónde?, elemento clave y verdadero prota**gonista de varias de sus obras. En tercer lugar con la información obtenida de los anteriores pasos, se planteaba con qué estructura y forma se llevaría a cabo, respondiendo así a la pregunta **¿Cómo?**, defiendo de qué modo se materializar arquitectónicamente el proyecto. Por último Fisac aplicó su sello personal que él definió como «un no sé qué» (Besa Díaz, 2007–2008: 391). Esta singular forma de concebir el programa arquitectónico tuvo como resultado que sus obras no pudieran adscribirse a ningún lenguaje más que al del propio arquitecto. Debido a la importancia que adquieren las cuestiones relacionadas con el entorno y la materia en la concepción de sus proyectos podemos rastrear una serie de soluciones comunes que hacen que en Fisac veamos más que edificios una serie de construcciones con soluciones parecidas. Estos ejercicios harán que se tomen como punto de partida en algunas construcciones aspectos parciales de obras anteriores, asegurando una continuidad proyectual que se refleja tanto en aspectos técnicos como en espaciales, de tal manera que paulatinamente tienden a ir mejorando las soluciones técnicas de cada material según avance el tiempo, siempre que las condiciones económicas del proyecto lo permitan. Por lo tanto podemos entender o clasificar la obra de Miguel Fisac como la existencia de una serie de edificios construidos en distintos materiales como el ladrillo, la arquitectura popular, el hormigón como cubierta y el hormigón como textura, etc. (Fernández Cobián, 2005: 266).

El interés por la materia es uno de los puntos primordiales de la obra del arquitecto, que ha llegado a ser definido por algunos autores como «arquitecto inventor» (Cortés, 1989: 77–101) por la expresividad que adquirió la materia en sus creaciones. Fue consciente en todo momento de que la elección de unos determinados materiales influía de manera concluyente en el resultado final del edificio, sobre todo en cuanto a valores estructurales y estéticos. Una de las principales premisas del arquitecto fue la prioridad de utilización de materiales que se encontraran a pie de obra con el fin afianzar más aun la relación del edificio con el entorno.

Para la construcción del edificio se utilizó una estructura adintelada a hormigón armado en los dos cuerpos laterales, pero en lugar de utilizar la propuesta típica de aquellos años de cerramiento de ladrillo macizo el arquitecto buscó otra solución: un ladrillo especial de cerramiento (Fisac, 1998: 338). Con esta

propuesta buscaba mostrar la diferencia entre el papel estructural de los testeros que eran portantes, y el de los frentes largos que solo servían de cierre (Peris, 2015: 40). Este invento fue la primera patente de una larga serie de indagaciones que hace Miguel Fisac con la que pretendía buscar un lenguaje coherente con las nuevas técnicas constructivas. Después de analizar diversas opciones utilizadas en aquellos años, y descartadas varias por distintos motivos, principalmente impermeabilidad, económicos y de estética, el arquitecto planteó una solución propia para sustituir el típico cerramiento con tabicón de ladrillo hueco. Se trató de unas piezas cerámicas dobles que cumplían la función de aislamiento térmico con el aspecto del tradicional ladrillo visto. Lo consiguió mediante la fabricación de un ladrillo moldeado en una de sus caras con la formación de un goterón en su parte inferior a modo de pestaña que protegía la llaga. Con este diseño, se evitó el revestimiento exterior, pues la pestaña formó un goterón que imposibilitó que el agua penetrara por las juntas y cumplió con su función estética de ladrillo macizo de cara vista, sin recargar la estructura con un peso innecesario. [5]

Los primeros años de su carrera profesional estuvieron directamente relacionados con el ladrillo. Previamente a esta solución Fisac experimentó con el ladrillo en la construcción de varios de sus edificios anteriores donde se observó un interés por conseguir la expresión del material de manera acorde a su uso y su función. Durante la posguerra fue el material predilecto de la arquitectura española, no por la elección de los propios arquitectos, todo el contrario, por la imposición del momento, ya que fue prácticamente el único material con el que un arquitecto podía contar con seguridad como inexcusable aliado. Pero a pesar de esa elección obligatoria, resultó una relación bastante fecunda e interesante (Churtichaga, 2010: 4). Hay que recordar que durante los años cuarenta la arquitectura española lastraba toda una serie de problemas de problemas relacionados con su aislamiento internacional como era la falta en el mercado nacional de determinados materiales como el aluminio y el acero, la ausencia de una industria relacionada con el diseño y la necesidad de realizar una serie de transformaciones en los perfiles profesionales del arquitecto.



Figura 3
Fotografía durante la construcción del edificio. Fotografía: Archivo de la Fundación Miguel Fisac.

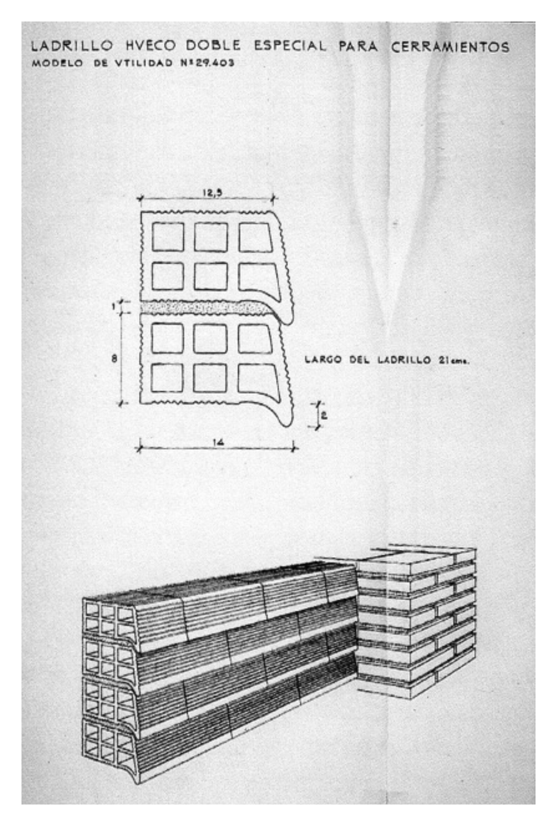


Figura 4
Esquema de ladrillo hueco doble especial para cerramientos. Fotografía: Archivo de la Fundación Miguel Fisac.

La patente de Fisac se trataba de un ladrillo de tejar de fabricación artesanal, con apariencia tosca, caras rugosas, plano y macizo, de más de tres centímetros de grueso y de trece de largo. La llaga de mortero utilizada era de dos centímetros de grosor y la separación de los ladrillos también de dos centímetros de mortero. El aparejo escogido por Miguel Fisac fue a soga, al tradicional estilo madrileño de los Austrias, donde la llaga era igual que el grueso del ladrillo y el mortero se rehundían ligeramente. Los elementos murales en altura presentaron alguna dificultad de ejecución para lograr un aspecto general que no se resintiera por diferencias de aspecto y faltas de geometría (Fisac, 1952: 41–42). El resultado fueron unos muros de tonalidad parda, estructura estriada y con unas líneas de luces sombras que generaba el ladrillo en la fachada que se convirtió en característico de las primeras construcciones modernas del arquitecto manchego, donde buscó además la expresividad a través del color:

> Para elegir el color busqué entre diferentes fábricas de ladrillos de los alrededores de Madrid y encontré unos ladrillos de tono pardo que corresponden a la decoloración que se había producido en el material por abrir las puertas del horno antes de que finalizara la cocción de la pieza (Fisac, 2003: 24).

Pero este elemento no sólo fue usado por Fisac en sus propias construcciones, ya que lo utilizaron en sus proyectos algunos colegas de profesión como Luis Gutiérrez Soto o Alejandro de la Sota. La patente se dio a conocer a través de publicaciones específicas de arquitectura de la época, así en 1952 apareció un artículo titulado «Un Nuevo ladrillo» (Fisac, 1952: 41) en la Revista Nacional de Arquitectura, que por aquellos años era el órgano más importante de difusión de arquitectura en el ámbito madrileño. En varias tertulias también aparecieron reflexiones y referencias a la nueva patente del arquitecto. En 1954 se celebró una sesión de crítica de arquitectura dedicada al uso del ladrillo en la construcción, donde los arquitectos se posicionaron sobre su uso estético. En la sesión se tomaron como referencia tres construcciones que en la ciudad de Madrid habían utilizado este material: el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC de Miguel Fisac, el Ministerio del Aire de Luis Gutiérrez Soto y el Edificio de los Sindicatos de Francisco de Asís Cabrero y Rafael Aburto. El arquitecto manchego defendió su concepto sobre el uso del ladrillo rechazando las soluciones de cerramiento utilizadas en los otros dos edificios:



Figura 5
Detalle de los muros uno de los pabellones laterales. Fotografía del autor.

> Con los materiales que en el extranjero se emplean para el cerramiento aquí no los tenemos (…) yo creo que el ladrillo puede emplearse como material de cerramiento, pero siempre que se trate de otro modo de como se viene haciendo. A este objeto, yo patenté un ladrillo doble con pestaña (…) y que podría ser una solución. (…) El segundo tratamiento es como cerramiento de la estructura, simulando una verdadera fábrica. Esto es una falsedad, que no puede aceptarse por las cualidades intrínsecas del ladrillo (De Miguel, 1954: 19–32).

Gutiérrez Soto se opuso al planteamiento de Fisac, ya que apostaba por el uso del ladrillo macizo como cerramiento y la utilización de su efecto estético justificándolo en el uso tradicional en la historia de la arquitectura española. Esta sesión de crítica dedicada al ladrillo fue sólo un ejemplo más de la importancia que tuvo este material durante aquellos años, ya que la cerámica se convirtió en un elemento de uso inevitable en la posguerra española, como muestra la interminable lista de arquitectos que buscaron en él nuevas formas expresivas, y donde destacaron entre otros: Luis Gutiérrez Soto, Luis Moya Blanco, Fran-

cisco de Asís Cabrero, Rafael Aburto, José Antonio Coderch, Alejandro de la Sota y Ramón Vázquez Molezún.

Fueron varios los edificios donde el arquitecto usó su nuevo ladrillo como el Teologado de San Pedro Mártir o el Centro de Formación del Profesorado, ambos en Madrid. En estos edificios también comenzó a utilizar, aunque de manera muy tímida, el material que definirá la siguiente serie: el hormigón. Su uso apareció desde una fecha relativamente temprana en su obra, aunque será de una forma residual en comparación con el ladrillo. Podemos ver el inició de una nueva época de experimentación, en el estudio de las posibilidades del material como ocurrió en la torre campanario del Teologado de los Dominicos en Madrid, donde el hormigón sólo aparece empleado a gran escala en la torre, una gran estructura formada por dieciséis pilares cuadrados de sesenta y cuatro metros de altura que conjuga su función de campanario con la de imagen representativa del edificio (Fisac, 1960: 148–157).

La fachada y los jardines: elementos singulares.

Debido a la fuerte simetría del proyecto el torreón situado en el vértice se convirtió en el protagonista del conjunto. Se trata de un paramento cóncavo, situado en el chaflán de la esquina entre ambas calles, de ocho pisos de altura construido en ladrillo macizo a cara vista. En él destacan dos elementos. En la parte superior se construyó un balcón mirador que adquirió un gran protagonismo al tratarse de un elemento que destaca especialmente dentro del paramento curvo de ladrillo. Una solución que realizó posteriormente en el Centro de Formación del Profesorado de la Ciudad Universitaria de Madrid (Díaz del Campo, 2017: 193). Estos balcones albergaban una doble intencionalidad: por una parte servían para mirar y relacionarse con el entorno, pero por otro lado eran un elemento que conforma un «no sé qué» que creaba tensión en el espectador. Con esta singular pieza se focalizaba la atención en un punto concreto de la fachada y al mismo tiempo se buscaba un nexo de relación poética entre el edificio y el paisaje en el que se ubicaba. (Aparicio, 2016: 182)

> Este balcón –para tranquilidad de los curiosos, entre ellos el director de la revista tiene, a más de esta función estabilizadora de la euritmia general del conjunto, una función: es el único punto en la azotea de la torre desde el que se puede contemplar el maravilloso paisaje madrileño del Guadarrama, ya que el resto del pretil de esta terraza está ocupado por chimeneas de evacuación de gases y aire viciado de los recintos de animales de experimentación (Fisac, 1983: 43).



Figura 6
Vista del chaflán del edificio. Fotografía del autor.

En la parte inferior se situó una singular fuente de bronce realizada por Carlos Ferreira que representa una figura humana que se apoya en un paramento formado por piedra blanca. Fisac incorporó en múltiples de sus proyectos elementos relacionados con el agua en sus distintos estados (desde que nace, discurre espontáneamente y muere). Con estos dos elementos, unidos a los huecos de la escalera se consiguió crear un efecto de dinamismo formado por tensiones diagonales que responsen a la preocupación del arquitecto en ese momento, que llegó a proclamar «no hay arte sin tensión ni belleza sin equilibrio» (Patón, 2013: 90–91).

En la parte inferior el arquitecto diseñó un jardín que aparece descrito en la memoria de un Proyecto Adicional de Mejora de los Institutos Ramon y Cajal de Microbiología, donde se especifica que «se estudia minuciosamente la jardinera» [6]. A Fisac le preocupaban todos los elementos que componen los

espacios abiertos, diseñando con precisión hasta el más mínimo detalle, por este motivo redactó un capítulo específico dedicado a jardinería donde se presupuestó y detallaron todos los elementos. Se realizaron varios planos de jardinera donde se definen las especies vegetales elegidas para cada lugar. [7] En el entorno de la fuente, situado junto a la fachada cóncava se colocó una hiedra, mientras que en la otra zona del jardín se plantaron saxífraga, centaurea y cañas de bambú. La sensibilidad que muestra Fisac hacia la jardinería es palpable desde los inicios de su carrera, pero se intensificó a partir de los viaje por Europa, su estancia en Granada (1952) y el conocimiento de la cultura japonesa (1953), que motivaron en la obra del arquitecto el aumento de la presencia de los mismos para potenciar el dialogo ente arquitectura y paisaje. Fisac fue ponente en varias conferencias y cursos relacionados con la jardinería y uno de los fundadores del Instituto de Jardinería y Arte Paisajista del que derivó posteriormente la Asociación Española de Paisajistas.

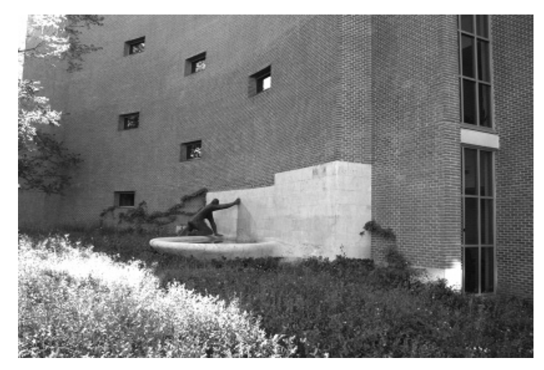


Figura 8
Fuente de Carlos Ferreira. Fotografía del autor.

En el patio interior se dispuso otra zona ajardinada configurada por una zona de pradera cruzada por varios senderos donde también se plantaron cedros y cipreses. En el vértice del patio, junto a la cafetería, había una zona de compuesta por un ciruelo, lirios, andrino, paraíso, mahonia e hiedras que rodean a la denominada como Fuente de los Ratones, como pequeño homenaje a las víctimas del avance científico.[8] Se trataba de una fuente de piedras (hoy parcialmente recuperada) que mostraba unos pequeños ratones de fundición de aluminio de Susana Polack. Durante los años cincuenta algunos arquitectos colaboraron con artistas buscando un cambio en la mentalidad en la sociedad española a través de una estética contemporánea. Consideraban que era necesario actuar en los centros de reunión de personas, especialmente en iglesias, mercados o colegios. Arquitectos como Fernández del Amo, Carvajal y Fisac, entre otros, empezaron a tener colaboraciones frecuentes con varios artistas. Existieron distintos planteamientos al respecto, mientras José Luis Fernández del Amo tenía una visión integradora e igualitaria de todas las artes, la posición de Miguel Fisac estuvo más cercana a la posición dominadora de la arquitectura (García Herrero, 2013: 837). Una amplia nómina de creadores trabajaron con el arquitecto manchego a lo largo de su trayectoria, especialmente en el ámbito de la arquitectura religiosa, donde fue frecuente encontrar la firmas de Jorge Oteiza, Cristino Mallo, José María Labra, Francisco Ferreras, Antonio Rodríguez Valdivieso, José Luís Sánchez y Álvaro Delgado, Pablo Serrano, entre otros.

El conjunto perdió una parte importante de su configuración original al desaparecer su distribución espacial, mobiliario y parte de los jardines. Recientemente ha sufrido una intervención para adaptarse a su uso actual como sede de la Secretaria del Mar en la que se han recuperado partes dañadas de las fábricas de ladrillo. El arquitecto conservaba en su archivo personal, hoy custodiado en la Fundación Miguel Fisac, varios reportajes fotográficos del conjunto que nos permiten indagar en la historia y reconstruir la evolución del edificio, pudiendo conocer a través de ellas aquellos elementos que han desaparecido.[9]

Notas

1. Fruto de la intensa relación laboral entre Miguel Fisac y el CISC se construyeron los siguientes edificios: Instituto Leonardo Torres Quevedo (1941), Iglesia del Espíritu Santo (1942), Edificio Central del CSIC (1943), Edificio para Centro de Investigaciones Geológicas «Lucas Mallada» e Instituto «Sebastián Elcano» de Geografía (1943), Proyecto urbanización de la sede del CSIC (1945), Instituto de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal (1944), Instituto Nacional de Óptica Daza de Valdés (1946), Pabellón en la Escuela Residencia de Auxiliares (1946), Biblioteca de la Fundación Hispano-Ale-

mana Goerres (1947), Estación Biológica Alpina (1949), Instituto del Hierro y el Acero del Patronato Juan de la Cierva. (1950), Librería Científica del CSIC (1950), Centro de Investigaciones Biológicas de los Patronatos Cajal y Ferrán (1951), Edificio para el Instituto de Plásticos, dependiente del Patronato Juan de la Cierva (1953), Instituto de Entomología en El Ventorrillo (1953), Laboratorios de Nematología y Fauna del Suelo del Instituto de Edafología (1954), Estación Experimental y Enseñanza «La Poveda» (1955), Centro de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Fitobiológicas (1959), Centro de Información y Documentación del Patronato Juan de la Cierva (1961), Instituto de Química Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1962), Reforma de la portería del edificio central del C.S.I.C. (1963) y edificio para Centro de Investigaciones Geoquímicas y Fitobiológicas (1964), entre otros.

2. Proyecto de los institutos Ramon y Cajal de Microbiología de obras de ampliación y mejora. 1956. Archivo Fundación Miguel Fisac.
3. En el archivo de la Fundación Miguel Fisac se conserva el cuaderno de viaje que el arquitecto realizo durante su estancia en Suiza, Francia, Dinamarca y Holanda en 1949.
4. Cuaderno de Viaje a Suiza, Francia, Dinamarca y Holanda (1949). Archivo de la Fundación Miguel Fisac
5. Memoria descriptiva: «Modelo de ladrillo hueco doble» Memoria de Patente ES0029403. 1952. Oficina Española de Patentes y Marcas.
6. Proyecto adicional de obras de mejora de los institutos Ramon y Cajal de Microbiología de obras de ampliación y mejora. 1956. Archivo Fundación Miguel Fisac.
7. Plano de jardín. 1955. Archivo Fundación Miguel Fisac.
8. Plano de Jardín del bar y fuente. Archivo Fundación Miguel Fisac.
9. La realización de este texto no hubiera sido posible sin la documentación que se conserva en el Archivo de la Fundación Miguel Fisac. Quisiera agradecer a su director Diego Peris Sánchez todas las facilidades que me fueron prestadas.

Lista de referencias

Aparicio, Jaime. 2016. *Memoria, aprendizaje y experimento. La invención del paisaje en Miguel Fisac*. Madrid: Universidad Politécnica. Tesis Doctoral.

Asensio-Wandosell, Carlos. 2013. Yo y Fisac. En *Miguel Fisac y Alejandro de la Sota: miradas en paralelo*, 16–33. Madrid: La Fábrica.

Arques Soler, Francisco. 1996. *Miguel Fisac*. Madrid: Pronaos.

Besa Díaz, Eneko. 2007. Miguel Fisac, una metodología proyectual. *Espacio, Tiempo y Forma* 20–21: 391–415.

Camón Aznar, José. 1946. Un Conjunto Monumental. *ABC*. 12 de octubre: 17.

Cánovas, Andres, ed. 1997. *Fisac: Medalla de Oro de la Arquitectura*. Madrid: Ministerio de Fomento, Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.

Churtichaga, José María. 2010. Cerámica moderna en España. *Arquitectura Viva* 129: 4–11.

Capitel, Antón. 1986. *Arquitectura española años 50-años 80*. Madrid: Dirección General de Arquitectura.

Cortés, Juan Antonio. 1989. Miguel Fisac, arquitecto inventor. *BAU* 1: 77–101.

De Roda Lamsfus, Paloma. 2007. *Miguel Fisac. Apuntes y Viajes*. Madrid: Scriptum.

De Miguel, Carlos (et allí). 1954. Defensa del ladrillo. *Revista Nacional de Arquitectura* 150: 19–32.

Díaz del Campo, Ramón Vicente. 2017. El Centro de Formación del Profesorado de Miguel Fisac. La arquitectura como concepto único. En *Actas IV Congreso Nacional de Arquitectura: Pioneros del Movimiento Moderno*, 193–203. Madrid: Fundación Alejandro de la Sota.

Fernández Cobián, Esteban. 2005. *El espacio sagrado en la arquitectura española contemporánea*. Santiago de Compostela: Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia.

Fernández Galiano, Luis. 2006. Muere Fisac un referente de la elegancia. *El País*, 12 de mayo: 37.

Fisac, Miguel. 1952. Un nuevo ladrillo. *Revista Nacional de Arquitectura* 127: 41–42.

Fisac, Miguel. 1956. Centro de Investigaciones Biológicas de los patronatos Cajal y Ferrán, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. *Revista Nacional de Arquitectura* 175: 5–12.

Fisac, Miguel. 1958. Centro de formación del profesorado. *Informes de la Construcción* 106: 412–416.

Fisac, Miguel. 1960. Teologado de San Pedro Mártir para los PP dominicos en Madrid. *Informes de la construcción* 118: 148–157.

Fisac, Miguel. 1981. Asplund en el recuerdo. *Quaderns d´Arquitectura i urbanismo* 147: 32–33

Fisac, Miguel. 1983. Centro de Investigaciones Bilógicas de los Patronatos Cajal y Ferrán, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. *Arquitectura* 241: 43–46.

Fisac, Miguel. 1989. *Miguel Fisac. Colección de arquitectura*. Almería: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental.

Fisac, Miguel. 1998. Viejos recuerdos en torno a la construcción del Instituto Cajal de Microbiología en 1950. *Arbor* 631–632, 333–341.

Fisac, Miguel. 2003. Instituto de Microbiología Ramón y Cajal. *A&V Monografías* 101: 24–29.

García Herrero, Jesús. 2013. José Luis Sánchez y Luis Cubillo: entre el Románico y la Vanguardia. *Arte y Ciudad* 3: 835–846.

Loren Mendez, Mar. 2012. Tecnología, materia y lugar: procesos de modernización en la obra española de postguerra. Instituto de Enseñanza Media, Málaga. *Informe de la Construcción* 526: 167–177.

Morales Saro, Maria Cruz. 1979. *La arquitectura de Miguel Fisac*. Ciudad Real: Colegio de Arquitectos.

Paton Telleria, Vicente. 2013. Instituto Cajal y de Microbiología. Madrid. En *Miguel Fisac y Alejandro de la Sota: miradas en paralelo*, 90–91. Madrid: La Fábrica.

Peris Sánchez, Diego. 2015. *Miguel Fisac: Arquitecturas para la investigación y la industria*. Madrid: Bubok Publishing.

Evaluación de la permeabilidad del tadelakt aplicado sobre diferentes materiales base

Brenda Estefanía Díaz Macías

Al observar las tradiciones constructivas populares tanto presentes como antiguas es posible ver que de ellas se pueden extraer soluciones para las necesidades de vivienda actuales, soluciones que requieren un menor uso de los limitados recursos disponibles. Conjuntamente se circunscriben a las condiciones climatológicas, geológicas y ecológicas del lugar (May, 2011).

Un ejemplo de estas tradiciones es el tadelakt, un revestimiento tradicional marroquí a base de cal, pigmentos y jabón vegetal el cual puede ser considerado tanto un material como una técnica constructiva.

Una de las particularidades de este acabado es su resistencia al agua, motivo por el cual ha sido utilizado en espacios y superficies sometidos a constante contacto con el agua y la humedad, por ejemplo el interior de los hammames (baños públicos) que siguen siendo utilizados en Marruecos (Leis et al. 2016). Es importante aclarar que el tadelakt es repelente al agua más no impermeable, de hecho es permeable, absorbe vapor de agua permitiendo un intercambio de humedad y temperatura entre el interior y el exterior.

El componente esencial que le otorga al tadelakt esta cualidad es la cal hidráulica debido a que endurece en contacto con el agua (Leis et al. 2016). Específicamente la composición del tadelakt marroquí es 95% piedra caliza calcinada y el otro 5% es arena y ceniza que resulta del proceso de horneado. Dicha composición no está estandarizada, cambia según el proceso de calcinación (Ochs 2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar de manera cuantitativa dicha propiedad hidrófuga a través de ensayos de permeabilidad al tadelakt fabricado con materiales regionales aplicado sobre diferentes sistemas constructivos modernos utilizados en la región centro-norte de México como lo son: el hormigón, el bloque de hormigón y el ladrillo macizo de barro cocido (figura 1) evaluando el efecto que tienen los materiales base en la efectividad del recubrimiento.

Con la finalidad de evaluar la aplicabilidad de la técnica en México (dadas sus semejanzas climáticas con el sitio donde se originó el material) se optó por aplicar un acabado equivalente elaborado con materiales locales fácilmente disponibles, consiguiendo una técnica similar a la original. Los resultados de los ensayos efectuados se compararon con los publicados por Wolff (2013), con la diferencia que para esta investigación no se emplearon los materiales originales y los sustratos de aplicación fueron distintos para adecuarse a las necesidades regionales.

Contexto histórico

Marruecos se ha descrito como «hogar del tadelakt»; en este lugar la técnica constructiva tuvo su origen y es donde actualmente sigue siendo preservada y practicada de manera regular. Una de sus principales ciudades es Marrakech. Aquí las temperaturas alcanzan más de 40°C en verano mientras que en invierno, dependiendo de la altitud, las temperaturas pueden



Figura 1
Materiales base considerados para la aplicación del tadelakt. Aparece de izquierda a derecha: block de hormigón, pieza de hormigón y ladrillo macizo de barro cocido (fotografía propia del autor).

caer por debajo de los 0°C. Con este rango es de gran importancia adaptar las construcciones al clima (Ochs 2010).

El diseño urbano y la arquitectura popular islámica evidencian la correcta comprensión e interpretación del entorno y la búsqueda por adaptarse a él. No son casualidad las estrechas calles que pretenden generar sombra y protección ante el agudo calor, las casas totalmente blancas que reflejan los intensos rayos solares, los patios interiores en los riads que forman un microclima o la utilización de materiales de construcción de bajo costo y fácilmente disponibles en el ambiente, como arcilla, arena, piedras, heno y agua que conjuntamente ofrecen una excelente protección de la temperatura extrema. Como ejemplo están las kasbahs (grandes viviendas tipo fortalezas) hechas de adobe, las cuales son frescas en verano y calientes en invierno.

La historia del Tadelakt comienza en el Imperio Romano, siendo el antecedente del microcemento (un revestimiento de alta calidad compuesto principalmente de morteros, polímeros, resinas y pigmentos): «el inicio de lo que hoy conocemos como microcemento está inspirado en el Tadelakt, palabra árabe que significa tierra o enlucido bruñido y hace referencia al empleo de una técnica/material, que se realizaba en el Norte de África, aunque su origen y difusión se sitúa en el Imperio Romano» (Penadés Sanz 2014, 14).

Su uso en África comienza hace más de 2,000 años, en un espacio incierto entre la Mezquita de Koutoubia, la Medina y el Palacio de la Bahía en Marrakech cuando se creó un material de construcción cuyo nombre, traducido del árabe significa estuco amasado (Ochs 2010).

Otra versión indica que el recubrimiento fue descubierto en el s. XII durante la construcción de las murallas de Marrakech, cuando se descubrió por accidente que mediante movimientos circulares de una piedra sobre un mortero de cal se podían obtener superficies suaves y brillantes. El material aunado a la técnica de aplicación se nombró tadelakt que significa alisar por frotamiento en árabe (Leis et al. 2016). Como es posible observar, no existe un consenso entre los autores sobre el significado literal del término.

La cal que se empleaba era producida de manera artesanal en los viejos hornos de madera de Marrakech. La piedra caliza que se cocía en estos hornos era extraída (y es extraída actualmente) de las montañas ubicadas cerca de la ciudad, el Alto Atlas, donde por un fenómeno geológico adquiría propiedades particulares, entre ellas resistencia al agua y la humedad (Leis et al. 2016).

Por esta razón su uso se extendió al interior de los hammames (baños públicos), en los riads, las kasbhas, las mezquitas y hospitales, en cocinas, patios, baños y salones consiguiendo superficies con tacto suave y un efecto cálido, sensual, natural, único y elegante. Las fachadas principales y los interiores de muchos edificios antiguos atestiguan la tradición milenaria del Tadelakt (Ochs 2010).

Esta técnica actualmente sigue siendo utilizada por los artesanos locales quienes la han conservado basándose en los conocimientos y materiales del lugar y la transmiten a los jóvenes, como un oficio ecológico. Es parte del carácter de la arquitectura tradicional y no puede ser visto aisladamente de la tradición islámica de Marruecos.

Posiblemente los recubrimientos de tadelakt conservados de mayor antigüedad, se pueden encontrar en un baño de vapor del kasbah más antiguo en el valle de Draa en Tamnougalt, al sur de las montañas del Atlas. Otro ejemplo es el antiguo hammam del kasbah de Taourirt en Ouarzazate construido en

1754. Estos modelos revelan la forma marroquí de proteger la tierra del agua a través del tadelakt en espacios cerrados sometidos usualmente a altas temperaturas (45–65°C) y humedades (70–90%) (Wolff, Diederichs y Ait el Caid 2014).

Otros ejemplos dentro de la arquitectura islámica donde se utilizó el tadelakt como acabado son las arcadas del alminar de Kutubiyya en Marrakech (García Bueno y Medina Flórez 2001) y las columnas de la Mezquita de Hassan II en Casablanca, Marruecos (Woodington Barnes 2008) .

Más cercano a la actualidad, grandes casas con patio interior llamadas riads han sido restauradas como lujosos hoteles en las últimas décadas, y las habitaciones han sido terminadas con tadelakt. Algunos de estos riads intervenidos son: Enija, Darkoum, Elleville, Essaouira y Boussa en Marruecos (Ochs 2010).

Como muestra de arquitectura sustentable y a pesar de no estar construido, el Dazzling Dome Bank con ubicación en Marruecos y proyectado bajo la firma del reconocido Arquitecto británico Norman Foster, propone el uso de técnicas antiguas árabes: el empleo de materiales de la zona como el granito negro y la piedra caliza gris, revestimientos exteriores de azulejos tradicionales y, por supuesto, el interior con una reproducción de tadelakt, la técnica de estuco local (Mahdavinejad et al. 2014).

Existe una gran cantidad de trabajos relativamente recientes de acabados con tadelakt realizados por diferentes fabricantes y distribuidores de materiales y situados en distintos países además de Marruecos como Holanda, Grecia, Suiza, Alemania y Francia, es decir, el uso de la técnica se ha expandido en los últimos años más allá de su lugar de origen.

La Técnica

Los principales materiales que se necesitan para aplicar la técnica original de Marruecos son: cal de Marrakech (cal hidráulica), pigmentos minerales resistentes a la alcalinidad de la cal y jabón negro marroquí o de aceite de oliva a base de potasa cáustica o hidróxido de potasio (KOH).

Asimismo son indispensables algunas herramientas especiales para la aplicación del material: la flota de madera, que ayuda a regular la humedad; la piedra de pulido con un lado plano y cantos redondeados, que puede ser desde una piedra de río pulida como basalto o granito hasta una piedra semipreciosa como ágata u ojo de tigre con dureza mínima de 6 en la escala de Mohs, este trabajo de compresión también puede realizarse con una llana flexible de plástico; también es necesaria una brocha o pulverizador para aplicar la solución de jabón.

La técnica consiste en la aplicación de una primera capa sobre una superficie pre humedecida que favorece la unión entre ambas; una vez seca se aplica una segunda capa la cual debe ser trabajada con llana para cerrar los poros. Se comprime con la piedra y se aplica el jabón diluido en agua, posteriormente se realiza un segundo pulido en el cual el jabón penetra hasta las capas más profundas del recubrimiento y forma una reacción química con la cal que no disuelve en agua creando una capa hidrófuga y repelente a la suciedad (estearato cálcico).

Cada capa tiene un grosor de 2–3 mm, por lo que el resultado final es de 4–5 mm. Dentro del proceso son de especial importancia los tiempos de secado entre una fase y otra.

Son tres aspectos los que le dan al tadelakt su repelencia al agua:

1) La cal es hidrófuga por naturaleza.
2) La compresión evita que entre la molécula de agua a través del acabado o si lo hace se satura fácilmente, permitiendo solo la entrada de vapor.
3) El estearato cálcico, agua insoluble que entra en todos los poros.

Un beneficio más del tadelakt son sus cualidades ecológicas y sostenibles las cuales se deben a varias razones (Ochs 2010):

a) Su proceso artesanal y la utilización de productos naturales a diferencia de materiales industriales que requieren de una multitud de máquinas y aditivos químicos para elaborarse, como baldosas y pisos cerámicos.
b) Su alta durabilidad ya que con el cuidado apropiado permanecerá por varias generaciones, reduciendo a través del tiempo el impacto del alto costo inicial de producción.
c) La posibilidad de retornar a la naturaleza sin consecuencias negativas para el ambiente, tomando en cuenta que la cal tiene un ciclo y que regresará a ser químicamente idéntica a la piedra caliza original absorbiendo cantidades si-

milares de CO_2 a las utilizadas en su proceso de calcinación.

Similitudes climáticas entre México y Marruecos

El tadelakt por ser una técnica constructiva propia de la arquitectura popular de Marruecos se adecúa totalmente al lugar, especialmente al clima. El proceso de aplicación está condicionado por este factor pues no debe trabajarse en temperaturas muy bajas ni en condiciones que influyan en su proceso de secado, de lo contrario pueden surgir grietas y dañarse. Por lo tanto, es de suma importancia considerar las condiciones ambientales del sitio donde se esté aplicando el material.

Dentro de la arquitectura bioclimática se señalan cuatro tipos de clima (Olgyay [1963] 2015): cálido y húmedo, cálido y árido, templado y frío. A lo largo de la historia se han determinado distintas estrategias y tipologías arquitectónicas según la zona climática teniendo como fin la búsqueda de las condiciones óptimas de confort térmico; «la vivienda autóctona nace de su relación con el entorno» (Olgyay [1963] 2015, 6).

En el norte de África la construcción vernácula se caracteriza por sus muros protectores de piedra o arcilla cocida que soportan una cubierta plana y por el predominio de la proporción del macizo sobre el vano, al igual que en las regiones áridas y desérticas del norte de México, es decir, la arquitectura propia de ambos lugares nos habla de climas similares: calientes, con escasa lluvia y grandes cambios de temperatura entre el día y la noche; «no es casualidad que grupos de diferentes continentes, creencias y culturas llegaran a soluciones similares en su lucha con entornos parecidos, y que hayan establecido características regionales básicas» (Olgyay [1963] 2015, 8).

Un factor principal que hace que las condiciones atmosféricas varíen de un lugar a otro es la latitud geográfica. En Marrakech la latitud es de 31°37 N. En el caso de México, la latitud de una de las ciudades ubicadas más al norte del país, Ensenada, Baja California es de 31°52 N. Se puede observar que existe una cierta correspondencia entre las latitudes de Marruecos y la parte norte de México.

Otra base más específica es la clasificación de Köppen-Geiger, que relaciona cada tipo de clima con una nomenclatura según el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones. Según esta clasificación existen varios climas en Marruecos pertenecientes al grupo B (seco), C (Templado) y D (Continental). Específicamente en Marrakech se tiene un clima BSh, es decir, semiárido cálido.

En México, obedeciendo a esta misma clasificación, se tiene una gran diversidad de climas a lo largo de su territorio. En Aguascalientes, la localidad donde se está trabajando con el tadelakt, predomina al igual que en Marrakech el clima Bsh. Otras ciudades que comparten la misma nomenclatura son León, Monterrey, Santiago de Querétaro y Chihuahua. Dado lo anterior el tadelakt puede adaptarse en ciertos lugares de México de la misma forma que ocurre en Marruecos debido a las similitudes climáticas que comparten.

Adaptación del tadelakt a México

Algunos maestros de construcción natural de larga trayectoria profesional en México han estudiado, practicado y aplicado por años el acabado haciendo algunas modificaciones al original para adaptarlo a la región obteniendo buenos resultados.

Las principales adaptaciones realizadas tienen que ver con la materia prima necesaria para hacer tadelakt. En Marruecos para la técnica original se emplean materiales que están disponibles en el lugar; sin embargo, en México no existen o no son de fácil obtención por lo que se ha buscado sustituirlos por unos que sí lo sean, por motivos ecológicos y de viabilidad económica.

Al igual que el recubrimiento marroquí, el tadelakt en México es aplicado a dos capas, incluso tres si llegara a ser necesario. Se elabora una mezcla diferente para cada una.

El cambio más significativo consiste en sustituir la cal hidráulica de Marrakech por cal hidratada para la primera capa y en pasta para la segunda. Para la elaboración de ambas mezclas es necesario agregar arena de cualquier tipo, las mejores son las que poseen partículas con ángulos agudos y filosos como la arena caliza. Es indispensable trabajar con distintas granulometrías para obtener una capa base de tadelakt gruesa y otra fina. Todas las capas llevan pigmento, el cual puede ser mineral o sintético y no debe sobrepasar el 10% del total de la mezcla (figura 2).



Figura 2
Mezclas para aplicar tadelakt adaptado a México. La que aparece del lado derecho, elaborada con cal hidratada, correspondería a la primera capa. A la izquierda, la mezcla hecha con cal en pasta se aplicaría para la segunda capa (fotografía propia del autor).



Figura 3
Primera capa de tadelakt aplicada sobre muro por maestro de construcción natural, previa a ser trabajada con la flota de madera (fotografía propia del autor).

El recubrimiento más grueso se aplica con llana sobre una superficie húmeda, de preferencia un repellado base de 1.00–1.50 cm de espesor de mortero cal-arena (figura 3). Una vez que la capa ha perdido humedad superficial es trabajada con una flota de madera de pino por ser una madera suave que entra a mayor profundidad y/o una flota con esponja. Esta parte del proceso ayuda a abrir los poros de la superficie generando un buen anclaje mecánico para recibir el repellado mediano que puede ser o no el acabado final. La mezcla es a base de cal en pasta (aunque también pudiera emplearse cal hidratada) la cual debe ser pulida y comprimida con la piedra.

Si no se llegara a tener una terminación bien cerrada es necesario aplicar un repellado fino hecho a partir de cal en pasta y pigmento, no se coloca arena en la mezcla. Es importante aplicar las capas en fresco trabajando toda la superficie el mismo día para que el resultado sea un único recubrimiento.

Posteriormente, deben aplicarse dos o tres manos de solución de jabón con agua dependiendo del tiempo de absorción de éste, incluso en algunos casos pudieran requerirse más. Es importante que el jabón sea aplicado en forma líquida para que pueda ser presionado correctamente con la piedra (figura 4). En este momento es donde se obtiene el estearato cálcico. Por último, al día siguiente de la aplicación del



Figura 4
Apariencia de muro recubierto con tadelakt después de haberse aplicado y pulido la solución de jabón (fotografía propia del autor).

tadelakt se pasa un trapo suave con la solución de jabón sobre la superficie. Ya no hay pulido después de este paso.

Como se mencionó anteriormente, el jabón en Marruecos es a base de hidróxido de potasio (KOH); no obstante, en México se carece de este material ya que los jabones domésticos son elaborados a partir de hidróxido de sodio (NaOH). En teoría éste también funciona para formar el estearato cálcico, sin embargo, no mejor que el primero.

Metodología

Para la realización de las muestras se siguió el método anterior además de haberse considerado las indicaciones y recomendaciones pertinentes expresadas en la literatura.

Se fabricaron 6 probetas con diferentes materiales base:

a) 1 probeta de tadelakt aplicado sobre ladrillo macizo de barro cocido 7 × 14 × 28 cm sin repellado base.
b) 1 probeta de tadelakt aplicado sobre ladrillo macizo de barro cocido 7 × 14 × 28 cm con repellado base.
c) 1 probeta de tadelakt aplicado sobre block de hormigón 10 × 20 × 40 cm sin repellado base.
d) 1 probeta de tadelakt aplicado sobre block de hormigón 10 × 20 × 40 cm con repellado base.
e) 1 probeta de tadelakt aplicado sobre pieza de hormigón f’c= 150 kg/cm2 T.M.A. 1/4” de 4 × 15 × 30 cm sin repellado base.
f) 1 probeta de tadelakt aplicado sobre pieza de hormigón f’c= 150 kg/cm2 T.M.A. 1/4” de 4 × 15 × 30 cm con repellado base.

Se respetaron los siguientes parámetros:

a) Las herramientas que se utilizaron a lo largo del proceso de aplicación del tadelakt fueron: llana de acero, flota de madera, flota con esponja, piedra de granito, brocha y herramienta sencilla de albañilería como cuchara, espátulas y halcón (figura 5).
b) El repellado base se elaboró a partir de mortero cal-arena proporción 1:4, de 1 cm de espesor (figura 6).



Figura 5
Herramientas utilizadas durante el proceso de aplicación del tadelakt (fotografía propia del autor).



Figura 6
Probetas con repellado base de mortero cal-arena previas a la aplicación del tadelakt.

c) El tadelakt se colocó a dos capas.
d) Se trabajó con cal hidratada para la primera capa y cal en pasta para la segunda.

e) A las mezclas se les añadió como agregado marmolina de diferentes tamaños: malla del número 16 y del número 20 para la primera y sólo del número 20 para la segunda. A ambos morteros se les agregó blanco de España, material impalpable inferior a la malla número 200 para hacerlos más trabajables (figura 7).



Figura 7
Agregados de distintos grosores incorporados a la mezcla: marmolina y blanco de España (fotografía propia del autor).

f) No se empleó pigmento de ningún tipo.
g) Para la primera capa se aplicó con llana de acero una mezcla proporción 1:3 cal-arena. Posteriormente se trabajó la superficie con la flota de madera y la flota con esponja (figura 8).
h) Para la segunda capa se aplicó con llana de acero una mezcla proporción 1:1 cal-arena. Se pulió con la piedra de granito (figura 9).
i) Se aplicaron con brocha tres manos de solución de jabón de aceite de oliva a base de potasa cáustica (KOH) hecho en laboratorio (figura 10).



Figura 8
Probetas con la primera capa de tadelakt aplicada y trabajada con la flota de madera y la flota con esponja (fotografía propia del autor).

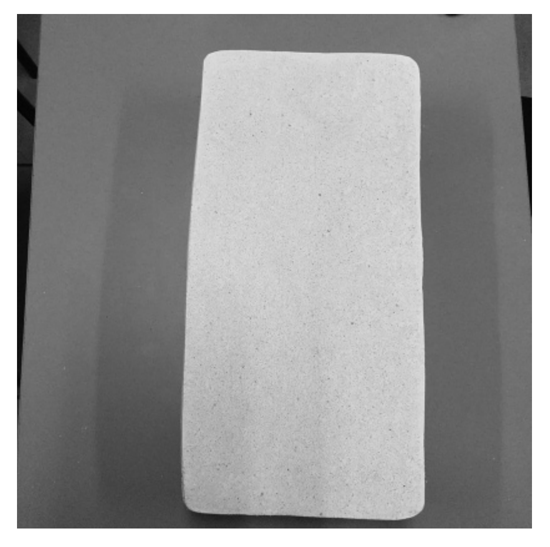


Figura 9
Probeta con la segunda capa de tadelakt aplicada y pulida con piedra de granito (fotografía propia del autor).

Permeabilidad del tadelakt adaptado a México

Para determinar la permeabilidad del tadelakt aplicado sobre diferentes materiales fue necesario emplear el método del tubo de Karsten con el cual se midió la absorción de agua del material antes y después de la aplicación del acabado.



Figura 10
Jabón de aceite de oliva a base de potasa cáustica (KOH) hecho en laboratorio (fotografía propia del autor).

Se creó una columna de agua destilada de 10 cm (4 ml) sobre una superficie de 3 cm^2 que corresponde a una presión de 0.01 bar que simula la presión que genera una alta velocidad de viento/ lluvia sobre el muro de una casa.



Figura 11
Ensayo con tubo de Karsten en una de las probetas (fotografía propia del autor).

La unión entre la superficie del material a estudiar y la base del tubo se selló con material epóxico para evitar fugas de agua (figura 11).

A cada probeta se le realizaron mediciones a lo largo de una hora; se registró la cantidad de agua absorbida en los siguientes tiempos: 1,2,3,4,5,10,15, 20,25,30,40,50 y 60 minutos. Cada vez que la cantidad era registrada el tubo era rellenado para mantener el nivel constante de agua de 4 ml y por lo tanto una misma presión hidrostática.

Resultados

Los especímenes obtenidos revelan a simple vista cierta repelencia al agua (figura 12). De manera más precisa se expone la totalidad de mililitros absorbidos por los materiales a lo largo de la hora de medición según los ensayos con tubo de Karsten (tabla 1).

En el caso del block de hormigón sin acabado no fue factible cuantificar el coeficiente de absorción con el tubo de Karsten debido a que es un material sumamente permeable.



Figura 12
La probeta recubierta con tadelakt muestra cierta repelencia al agua (fotografía propia del autor)

No. PROBETA	MATERIAL BASE	REPELLADO BASE	TADELAKT	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN (ml)
1	Ladrillo macizo 7*14*28 cm	NO	NO	124.5
2	Ladrillo macizo 7*14*28 cm	NO	SI	1.55
3	Ladrillo macizo 7*14*28 cm	SI	SI	3.05
4	Block de hormigón 10*20*40 cm	NO	NO	-
5	Block de hormigón 10*20*40 cm	NO	SI	9.8
6	Block de hormigón 10*20*40 cm	SI	SI	7
7	hormigón f'c= 150 kg/cm2 4*15*30 cm	NO	NO	1.17
8	hormigón f'c= 150 kg/cm2 4*15*30 cm	NO	SI	26.5
9	hormigón f'c= 150 kg/cm2 4*15*30 cm	SI	SI	12.4

Tabla 1
Coeficientes de absorción de agua del tadelakt aplicado sobre diferentes materiales base (información propia del autor).

Discusión de resultados

A continuación se presentan los coeficientes de absorción de agua de diferentes materiales naturales de construcción considerados por Wolff (2013) (tabla 2). En esta información se observa que la absorción de agua del tadelakt es menor a un mililitro por hora, es el acabado con menor coeficiente de absorción en comparación con el resto de materiales.

Si se comparan estos datos con los adquiridos para la presente investigación, es posible notar que el tadelakt adaptado supera los niveles de absorción de agua esperados. Incluso el coeficiente de varios de los especímenes se eleva en mayor medida que los presentados para otros materiales naturales de construcción.

Material de construcción	Coeficiente absorción de agua
Tadelakt	0.2 (0.04-1.9)
Recubrimiento de pasta de cal, pulido	0.24
Recubrimiento de pasta de cal, mate	1.5
Recubrimiento de pasta de cal, rugoso	2.4
Recubrimiento adhesivo de cal	12.9
Recubrimiento base de tierra, suave	5.8
Recubrimiento de tierra, rugoso	10.9
Recubrimiento de tierra, rugoso	7.7
Block de tierra, limoso 1900 kg/m³	3.7
Block de tierra, arcilla 1940 kg/m³	1.6
Arcilla ligera mezclada con paja, 450 kg/m³	2.4
Arcilla ligera mezclada con paja, 850 kg/m³	3.6
Arcilla ligera mezclada con paja, 1150 kg/m³	3.1
Ladrillo, 1750 kg/m³	25.1

Tabla 2
Coeficientes de absorción de agua de diferentes materiales naturales de construcción (Wolff 2013, 67).

Conclusiones

Con los resultados obtenidos es posible observar que el material base sí influye en la hidrofobicidad del tadelakt. Se observa que en las probetas de ladrillo macizo, a pesar de ser un material base muy permeable (124 ml de agua absorbidos por hora) los coeficientes de absorción son menores que los obtenidos en las probetas de los demás sustratos. En el caso del block, a pesar de ser muy poroso y permeable, se obtuvieron coeficientes por debajo de los 10 ml, aun así su absorción equivale a la de un recubrimiento de tierra; en cuanto al hormigón, se aprecia que el sustrato por sí mismo es poco absorbente (1.17 ml de agua absorbidos por hora) mientras que con el recubrimiento el coeficiente aumenta considerablemente.

La diferencia en los valores de permeabilidad puede ser el inconveniente de trabajar con cal hidratada en sustitución de la cal hidráulica o inclusive puede deberse a la elección de otros materiales empleados por lo cual se planea extender la campaña experimental para considerar otras variables como la granulometría del agregado y el tipo de jabón con lo cual se pretenden obtener coeficientes de absorción más razonables.

Otra posible explicación es que el sustrato base empleado sea de menor calidad que el considerado por Wolff (2013) debido a que no existe una regulación para la fabricación de las piezas de mampostería, inclusive en muchos casos sigue siendo de manera artesanal.

Lista de referencias

García Bueno, Ana, and Víctor J. Medina Flórez. 2001. *Zócalos Hispanomusulmanes en el palacio de Orive*. AAC 12: 113–119.

Leis, Taavi, Paloma Folache, Fatima Barahona, and Kermo Jurmann. 2016. *Tadelakt. Guía paso a paso*.

May, John. 2011. *Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales: arquitectura popular*. Editorial Blume.

Mahdavinejad, Mohammadjavad, Arash Zia, Airya Norouzi Larki, Setareh Ghanavati, and Narjes Elmi. 2014. «Dilemma of green and pseudo green architecture based on LEED norms in case of developing countries». *International Journal of Sustainable Built Environment.* 3 (2): 235–246.

Ochs, Michael Johannes. 2010. *Tadelakt: An Old Plaster Technique Newly Discovered*. Singapore: WW Norton & Company.

Penadés Sanz, Jonatan. 2014. «Análisis y estudio del microcemento». Grado en Arquitectura Técnica, Departamento de Construcciones arquitectónicas, Universidad Politécnica de Valencia.

Olgyay, Víctor. 2015. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili. Original edition, 1963.

Wolff, Britta. 2013. «Hydrophobized Lime Plasters as Protective Surface in Wet Rooms in Monument Preservation». *Advanced Materials Research*, 688: 60–69.

Wolff, Britta, Ulrich Diederichs, and Hassan Ait el Caid. 2014. «Non-Destructive Prospection of Ancient Steam Bathes Covered with Tadelakt—First Preliminary Comparison of Hammam Kasbah des Caids of Tamnougalt and Hammam Kasbah of Taourirt, Morocco». *Advanced Materials Research*, 923: 174–182.

Woodington Barnes, Maribea. 2008. *Ethnographic Research in Morocco: Analizing Contemporary Artistic Practices and Visual Cultures*. Ohio.

El Castillo de Overa. Simbiosis de cal y yeso

Sergio Juan Díaz Parra
David Sanz Arauz

La presente comunicación surge a partir del trabajo de investigación realizado dentro del Máster Universitario en Construcción y Tecnología de los Edificios Históricos [MUCTEH] de la Universidad Politécnica de Madrid. Este se centra en el análisis constructivo y en el estudio de caracterización sobre los distintos morteros que componen la torre del Castillo de Overa. Dicho conjunto histórico se localiza en el término municipal de Huércal-Overa, al norte de la provincia de Almería. Actualmente, se conservan ruinas de algunas edificaciones que dejan entrever una estructura urbana fortificada alrededor de una torre desmochada en la zona más elevada, sobre la cual se centrará el grueso del estudio. Los principales motivos de la elección de dicho enclave tienen que ver con la situación de abandono progresivo en la que se encuentra la zona, y a la información contradictoria existente sobre este conjunto. Por lo tanto, se decide realizar una investigación que aporte información desconocida hasta el momento sobre la torre, y que pueda servir como base en su proyecto de restauración.

Durante el desarrollo del trabajo, han sido imprescindible los consejos del tutor David Sanz Arauz, profesor en el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, y de Sol López Andrés, directora del Centro de Apoyo a la Investigación de Técnicas Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, quienes orientaron sobre los tipos de ensayos a realizar.

Antecedentes

El Castillo de Overa o de Santa Bárbara[1], se sitúa a un margen del río Almanzora sobre el estrechamiento de este a su paso por la sierra de Almagro [UTM: 37º 21´ 02.56´´N 1º 57´44.15´´O]. Su posición elevada, de unos 50 metros sobre el nivel del río, lo dota de una visión panorámica sobre gran parte del valle. Este aspecto estratégico, sumado a la riqueza del entorno por la existencia de agua que favorecía el desarrollo de la agricultura, generó un importante asentamiento del cual se comienza a tener noticia desde principios del siglo XIV, en las crónicas de las escaramuzas que tuvieron lugar durante el mes de mayo del 1304 por medio del aragonés Berenger de Cardona adentrándose en territorio fronterizo con Murcia (Tapia 1986, 1: 215–360). Este dato, sumado a los restos de cerámica estudiados de la zona sitúan el asentamiento dentro del período del Reino Nazarí (Pozo, Rueda y Flores 1990).

Esta población y su castillo formaban parte de un sistema defensivo que protegía el reino de Granada en su sector fronterizo oriental. Este sistema contaba con una primera línea defensiva al norte formada por los castillos de: Vélez-Blanco, Vélez-Rubio, Huércal, Cuevas, Vera y Mojácar, donde Lorca era su principal fortaleza, y otra segunda línea hacia el interior, donde destacaban las fortificaciones de Purchena y Serón. Debido a la función agrícola que desarrollaban los habitantes de Overa, se veían obligados a depender del fuerte de Huércal para defen-

derse, ya que este tenía exclusivamente un carácter militar y se encontraba a una distancia prudente en caso de emergencia. A pesar de esta dependencia, cada uno se regía por un alcaide diferente nombrado directamente por el emir nazarí. La accidentada orografía del terreno impedía el contacto visual directo entre ambas construcciones. Esto, explica la existencia de una red secundaria de torres vigías o atalayas que servían como enlace mediante señales de humo y fuego. Entre estas, destacaban Huércal la vieja al noreste siendo probablemente el enlace directo entre el fuerte de Huércal y el castillo de Overa, y la torre de la Ballabona al sur comunicando hacia la costa de Vera.

Como se comentó anteriormente, existen algunos autores que han hablado sobre el castillo, pero aportando una información contradictoria entre ellos. Según la descripción de la base de datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía, el conjunto se define como un asentamiento fortificado de origen medieval, que se compone básicamente de una tapia revestida con cal y un muro de mampostería superior que ha perdido su recubrimiento. Otros autores, como Mariano Martín García, la enclavan en el reinado de Muhammad V como una construcción sobre una base de hormigón de piedras medianas y un paramento superior de mampostería rejuntado con mortero de cal. Por otro lado, Fontenla Ballesta habla sobre sus dimensiones, diciendo que en planta son de 16 × 14m, con una planta baja maciza de argamasa y un enlucido ocre. Sin duda, todos ellos con sus distintas versiones demuestran el desconocimiento general existente acerca del asentamiento.

Análisis constructivo

El castillo ocupa gran parte del cerro, resultando complicado descifrar la estructura que generan los restos de construcciones que componían el poblado debido a su avanzado estado de degradación. A pesar de ello, pueden distinguirse restos de murallas en la ladera Sur, un aljibe rectangular a escasos metros en dirección SO de la base de la torre y el hito más importante y mejor conservado del asentamiento, su torre principal. Las dimensiones de esta en planta son de 8,25 × 7,05m, perteneciendo los lados más largos a los muros NE y SO. Su altura es variable debido a la irregularidad del terreno, llegando a alcanzar unos 9m en el punto más desfavorable. La entrada se localiza en el muro SE a 4m de la base, realizándose mediante un arco escarzano donde se alternan hiladas de ladrillo a soga y tizón, adosado a una bóveda de ladrillo dispuesto a rosca que salva el grueso muro de 1,20m (figura 1).

Una vez en el interior, se distinguen dos habitaciones separadas por un muro que divide la planta por la mitad. En la primera estancia, aparece un orificio en el paramento NE pudiendo ser en el pasado una saetera y un rehundido en la sección del muro en la esquina sur, probablemente el lugar que ocuparía la escalera que daba acceso al nivel de señales. Atravesando el muro interior por una puerta situada en el medio, se accede a una segunda habitación. En ella, no se encuentra ninguna ventana, pero si se aprecia en el suelo un orificio cegado por los restos de la cubierta derruida y del que nace vegetación, quizás de acceso a un aljibe interior o a una salida secundaria. Otro aspecto importante que se puede distinguir en esta sala, es el arranque de la bóveda de ladrillo que la cubría. Por la huella en los muros, puede plantearse la hipótesis de dos bóvedas de cañón con los ladrillos a rosca que apoyaban en los muros perimetrales y en el interior, con un acabado plano en la cara exterior mediante un relleno compactado de arena y grava. Esta solución de cubierta se puede observar en el interior del restaurado castillo de Huércal, construcción posiblemente contemporánea al de Overa (figuras 2 y 3).

Como se comentó al inicio, los materiales usados en la torre han generado controversia entre distintos autores que hablan sobre el castillo. Los resultados del ensayo de DRX, delatan la presencia de mortero de cal exclusivamente en la zona inferior y yeso para la superior. Por lo cual, se puede dividir la torre en dos etapas constructivas que distinguen entre dos sistemas y materiales diferentes.

La primera de las etapas, aún por datar cronológicamente debido a los indicios de que pueda ser anterior al asentamiento árabe, se definirá como una tapia de hormigón[2] subdividida en dos tipos según el tamaño del árido (López n.d.). Un parte inicial, donde los mampuestos se encuentran ordenados por hiladas, disponiendo una tongada de hormigón que las regulariza, y otra superior con un árido de menor dimensión compactado, que recuerda al opus caementicium romano. Además de usar la cal como conglomerante, aparece también en el mortero de revestimiento del

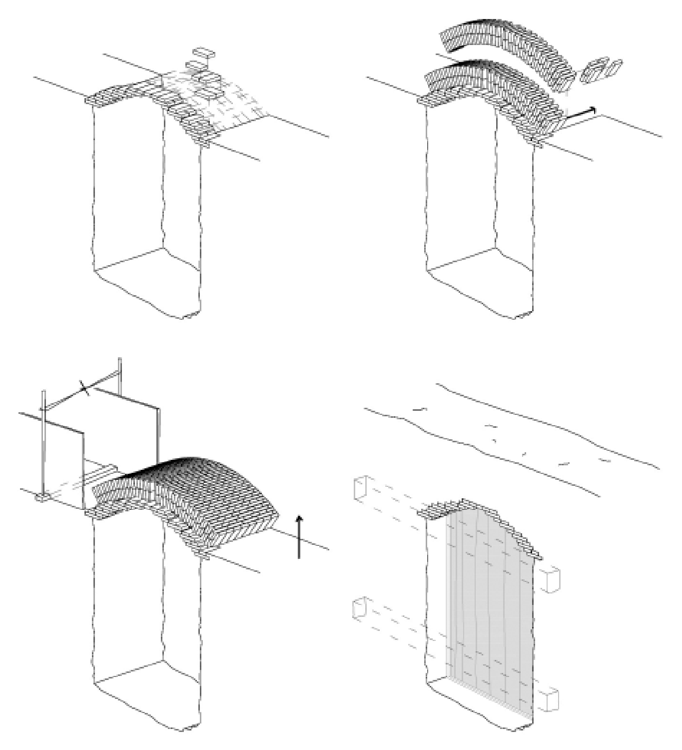


Figura 1
Hipótesis construcción arco y bóveda de acceso a la torre

que se conserva gran parte en la zona intermedia (figura 4).



Figura 2
Vista interior desde el nivel de acceso, restos del arranque de la bóveda. (Imagen del autor)

La segunda etapa constructiva, parece a simple vista una fábrica de mampostería. Sin embargo, observando sus paramentos con detenimiento y con la luz adecuada, se pueden apreciar unos huecos que se repiten con un orden por hiladas, tratándose de mechinales. Este dato, sumado a la presencia de restos del revestimiento con textura de madera en su superficie, delata al tapial como sistema constructivo empleado. En definitiva, se trata de un muro de tapia de yeso con mampuestos para ahorrar en la cantidad de pasta. Por último, existe un tercer tipo de muro en el interior de la torre encargado de separar las dos habitaciones interiores, y de soportar las bóvedas de cañón que pudo tener la cubierta. De lo poco conservado en la actualidad, se aprecian unas verdugadas de ladrillo que regularizan la fábrica de mampostería. Este paramento no tiene trabazón con los muros perimetrales y tampoco existen indicios de que fuera realizado con tapial, siendo únicamente un muro de

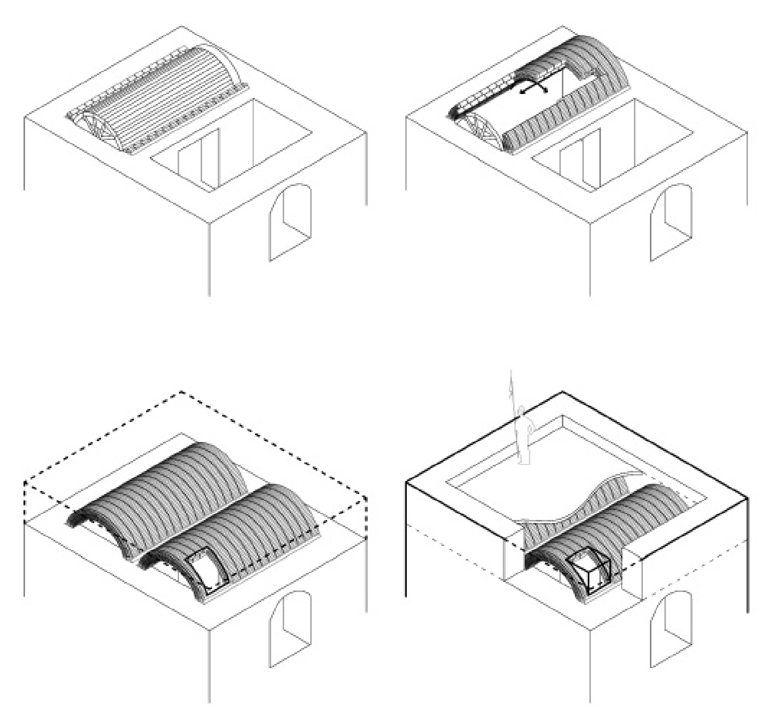


Figura 3
Hipótesis construcción bóvedas del nivel de acceso.



Figura 4
Vista tipología muro de base de la torre. (Imagen del autor)



Figura 5
Vista tipología muro zona superior torre. (Imagen del autor)

mampostería regularizado con hiladas de ladrillo en su base y un paso en la zona central, posiblemente adintelado con rollizos de madera como delatan los huecos dejado en la fábrica (figura 5).

Estado actual

Con respecto al estado actual, pueden apreciarse problemas en la base cuyo principal causante es el agua.

La humedad del terreno se transmite a la base de la torre por capilaridad, deteriorando la cohesión de la fábrica. Dicho efecto, prolongado en el tiempo, produce la desintegración y pérdida progresiva de material, pudiendo afectar a la estabilidad integral del muro. Aunque el edificio se localice en un clima subdesértico, las escasas lluvias y el fuerte viento afectan considerablemente a las coronaciones de la fábrica. El principal problema en esta zona es la presencia de vegetación, ya que sus raíces penetran en el núcleo permitiendo que la lluvia lo disgregue con mayor facilidad. Otro punto débil es el hueco del mechinal al desaparecer la aguja de madera, ya que se convierte un lugar idóneo para la entrada de agua de lluvia, aves o insectos. Pero sin duda, es la falta de mantenimiento el factor que más problemas genera en la superficie de este tipo de paramentos. Puede apreciarse en el lateral SO, cómo la falta de mantenimiento sobre los morteros de revestimiento ha provocado la pérdida de gran parte del revoco original, quedando a la vista el mampuesto. Esto permitirá que la lluvia lave la zona más blanda, como es el mortero, provocando la pérdida considerable de material. Los principales daños estructurales que presenta el edificio han sido originados como consecuencia del agua y del paso del tiempo, aunque por desgracia existen otros factores de origen antrópico que han dañado la superficie de la tapia, apreciándose la huella de grafitis o de intentos de expolio (figuras 6 y 7).

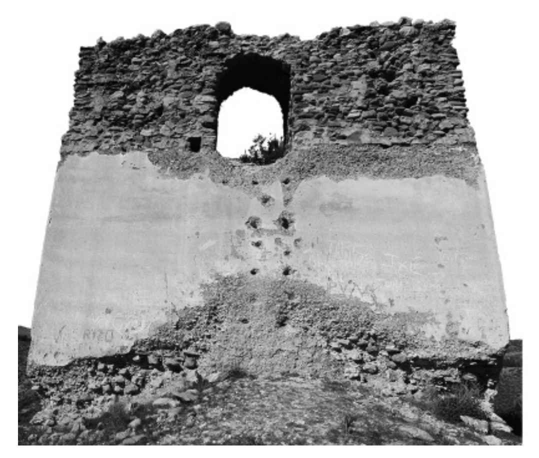


Figura 6
Vista estado actual fachada SE torre, se aprecia hueco de acceso. (Imagen del autor)



Figura 7
Vista estado actual fachada NE torre, hueco derruido de posible saetera. (Imagen del autor)

Muestras

Las muestras recogidas se pueden clasificar en dos bloques. El primero agrupa las muestras pertenecientes a los morteros de la torre y a las que se aplican ensayos para conocer su composición mineralógica [A] y comportamiento físico [B]. Por otro lado, el segundo grupo recoge muestras capaces de aportar más información de cara a un proyecto de restauración, como el tipo de piedra usada en el muro o la datación de la base.

Primer grupo:

Overa M1_ mortero conglomerante de la tipología de muro de la base de la Torre. Ha sido retirada de la esquina Este, donde la erosión permite el acceso al grueso del paramento. [A] y [B]

Overa M2_ mortero conglomerante de la tipología de muro de la zona superior de la torre. Ha sido retirada del interior del muro SE, debido a una mejor accesibilidad. [A] y [B]

Overa R1_ mortero de revestimiento de la zona intermedia. Se recogió del paramento NE, ya que es el mejor conservado al estar más protegido de la acción del viento de poniente. [A] y [B]

Overa R2_ mortero de revestimiento de los muros superiores. Pertenece al interior del paramento NO, ya que es donde más cantidad se aprecia, quizás por los restos de la bóveda de la cubierta que lo han protegido de la escorrentía del agua de lluvia. [A] y [B]

Overa B1_ pertenece al arranque de la bóveda. Recogida de los restos sobre el muro NO. [A] y [B]

Segundo grupo:

Overa P1_ mampuesto recogido de las construcciones adyacentes. [A]

Overa A1_ resto de la aguja de madera, perteneciente a un mechinal situado en la base del muro SO. [Datación por carbono 14]

Ensayos e instrumental

Fueron fundamentales los análisis llevados a cabo en las instalaciones del CAI de técnicas Geológicas, en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, destinados a conocer la composición mineralógica de los diferentes morteros. Dichos ensayos fueron: Difracción de Rayos X [DRX], análisis termogravimétrico [TGA], microscopía óptica polarizada de lámina delgada y SEM/ EDX de lámina delgada y muestra en fractura. Paralelamente a las pruebas del CAI, se realizaron en el Laboratorio de Materiales de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, los siguientes ensayos centrados más, en conocer el comportamiento físico de dichos morteros: ensayo de absorción por inmersión, ensayo de desorción (UNE-EN ISO 12571: 2000), y ensayo de absorción por capilaridad (UNE-EN 15801: 2010).

Con respecto al instrumental, se ha utilizado el puesto a disposición por los laboratorios antes nombrados:

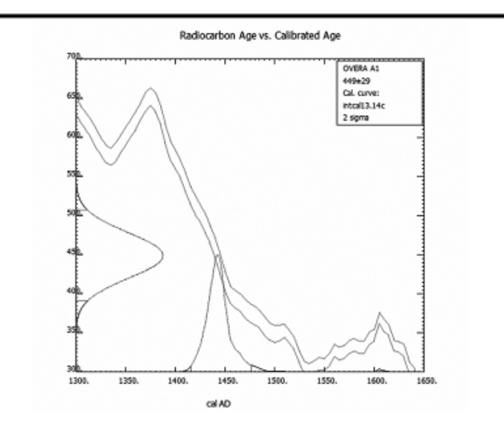
CAI_ Para el ensayo de DRX, se usó un equipo radiactivo de rayos X de la marca BRUKER y modelo D8 ADVANCE. En cambio, para el TGA el dispositivo fue un SDT Q600. Pero previamente a estos ensayos, se tuvo que moler una fracción de cada muestra hasta pasarla por un tamiz de 200micras, con ayuda de un molino vibratorio de la marca FRITSCH modelo Spartan, un mortero de Ágata y un pincel. El microscopio que se usó en la microscopía óptica polarizada fue de la marca ZEISS modelo Primotech. Sin embargo, para el SEM/ EDX el microscopio pertenecía a la marca JEOL modelo JSM-820 Scanning Microscope, requiriendo a su vez del programa INCA The Microanalysis Suite versión 4.11 perteneciente a Oxford Instruments Analytical Limited, para procesar la información generada.

Laboratorio de Materiales de la ETSAM_ Se utilizaron los recipientes disponibles, una estufa ventilada y una balanza marca GIBERTINI modelo Europe 3000HR máx.3300g d=0.01g T=–3300g +15ºC/+30ºC, para las pesadas.

Resultados de interés

El dato más relevante fue aportado por el ensayo de DRX, donde al analizar las muestras Overa M1 y M2, se aprecia con claridad el uso exclusivo de mortero de cal para la base y de un mortero de yeso para la zona superior. Lo normal en estas construcciones es que fueran en su conjunto de un mismo material, debido al proceso constructivo continuo con las que se construían. Por lo tanto, que encontremos dos tipos de materiales divididos tan claramente establece dos teorías.

Una de ellas podría ser que los árabes aprovecharan como base la ruina de una antigua torre vigía. Es aquí cuando entra en juego la importancia de una prueba de datación por C14. Debido a la aparición de monedas romanas en la zona y a la similitud del muro de la base con el opus caementicium, podría ser romano el origen de esta etapa constructiva. Sin embargo, los resultados del C14 realizada sobre la madera de uno de los mechinales encasillan a la construcción entre los años cal AD 1416: cal AD 1477 con una probabilidad del 95%. Este dato no descarta la anterior hipótesis, ya que para salir de du-



Gráfica 1
Resultado del ensayo de datación por C14. (Centro Nacional de Aceleradores)

das sería conveniente repetir la prueba, pero esta vez sobre el propio mortero de cal, ya que es más probable que este sea el originario desde su colocación (gráfica 1).

La segunda teoría surge directamente del anterior resultado. En el año 1436 tiene lugar el asalto y conquista del asentamiento fortificado de Overa (Tapia 1986, 351). Durante el otoño de 1946 los árabes reconquistan el poblado (Tapia 1986, 359 y 360), cogiendo fuerza la hipótesis de que, tras la conquista la torre fuera desmochada, teniendo que reconstruirse rápidamente su altura por miedo a un posible contraataque de los cristianos. Este hecho, pudo influir en que utilizaran el yeso como material en vez del mortero de cal, debido a una mayor velocidad de fraguado y por necesitar menos consumo de madera en su elaboración. Esta idea explicaría del mismo modo el cambio de tipología de tapia, en el que la utilización de mampuestos genera un ahorro en la pasta de yeso requerida.

Otro dato de interés, es el reflejado por la microscopía óptica polarizada sobre la lámina delgada de Overa M1, donde se distingue presencia de mármol entre los áridos. Un material abundante a pocos kilómetros en dirección oeste de la zona. Aunque también, cabe la posibilidad de que sea un árido de reciclaje a partir de antiguas piezas de pavimento (figura 8).

Por último, se pudieron corroborar los resultados del ensayo DRX con el SEM/ EDX, ya que con ayuda del EDS se comprobó la naturaleza mineral de los principales granos a partir de una imagen composicional retrodispersada [BSE] realizada con un aumento 100x y un voltaje 20KV. El resultado muestra áridos calcíticos con incrustaciones de cuarzo [Q] y feldespato potásico [FDK] con una matriz carbonatada de carbonato cálcico en la muestra Overa M1. Y detectándose la matriz de yeso en Overa M2, a partir de restos en fractura con una imagen que refleja la morfología en 3D por electrones secundarios [SE] con un aumento 500x y un voltaje 20KV (figuras 9 y 10).

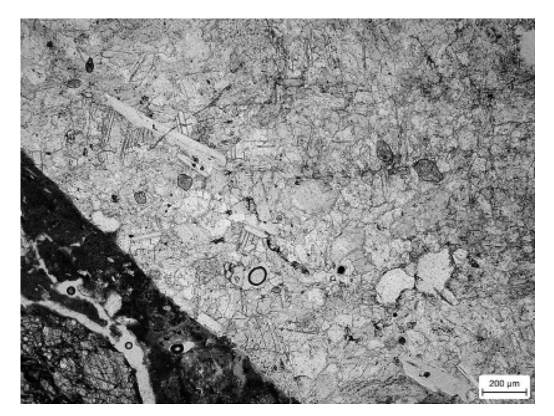


Figura 8
Microscopía óptica polarizada por nicoles paralelos_ Muestra Overa M1. (CAI)

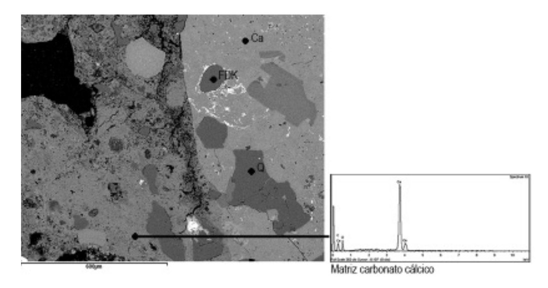


Figura 9
SEM/ EDX sobre lámina delgada_100x_20KV BSE_ Muestra Overa M1. (CAI)

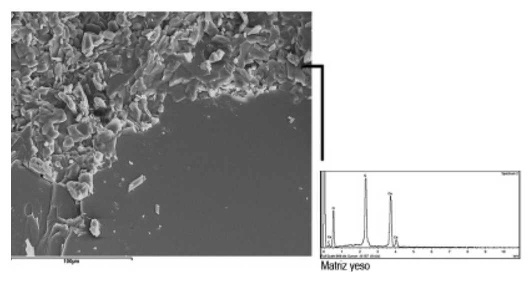


Figura 10
SEM/ EDX sobre fractura_500x_20KV SE_ Muestra Overa M2. (CAI)

Conclusiones

El análisis constructivo y los resultados de los ensayos, muestran las técnicas y materiales empleados en la torre de Overa, resolviéndose las dudas generadas sobre este tema. Estos datos influyen en el tipo de mezcla que habrá que usar en una hipotética restauración. Para la zona inferior, se deberá usar un mortero de cal sin presencia de sales, y con un árido y

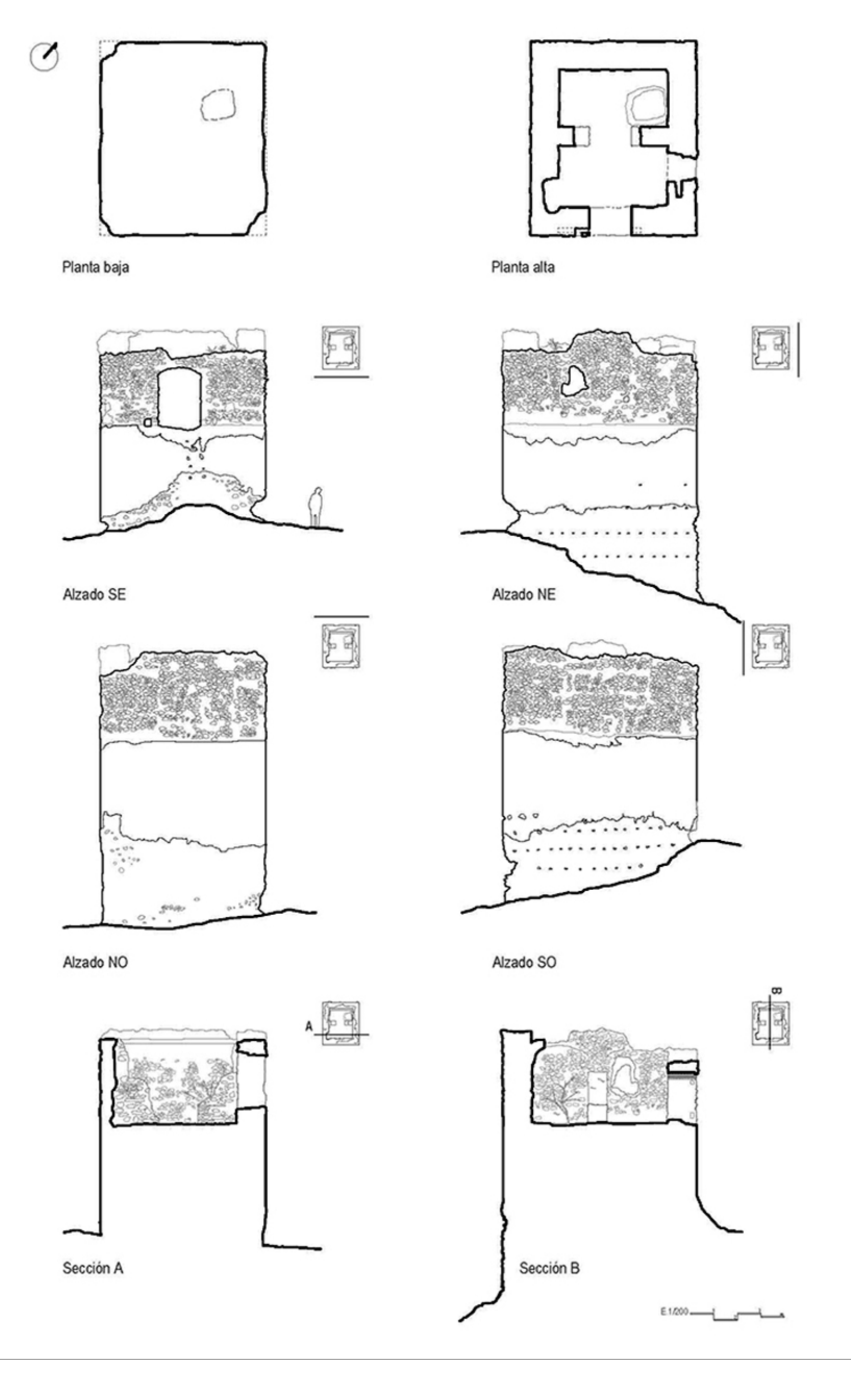


Figura 11
Planimetría del estado actual de la torre de Overa. (Elaborada por el autor)

dosificación similar al de la muestra Overa M1. Con respecto al revestimiento de esta zona, también se deberá utilizar un mortero de similares características al anterior, procurando que el tono del acabado sea parecido al existente en el paramento, a pesar de que este sea consecuencia del paso de los años. Sin duda, respetar su apariencia antigua ayudará a que la actuación sea aceptada por los habitantes del pueblo de una forma más amable y a realzar el carácter histórico del monumento. Además, hoy en día existen materiales como el *Mortero Alhambra* que, por su propiedad fluorescente con una luz ultravioleta, permite distinguir las zonas reparadas de las originales sin cambios de plano o material, evitando la generación de falsos históricos. En cambio, para la zona superior, el mortero a emplear será de yeso, teniendo precauciones en su espesor y porosidad para evitar una degradación acelerada.

Estos morteros de nueva elaboración deberán ensayarse para conocer su comportamiento físico y mecánico, comparándose los resultados con los de los existentes. De esta manera, se conocerán los baremos aceptables que estos tendrán que cumplir, como: una porosidad similar que permita la traspiración del soporte, o una resistencia a compresión algo inferior a los originales para evitar desprendimientos o fisuraciones con los cambios térmicos.

Como conclusión, cabe recordar que el mortero de restauración no solo tendrá que ser compatible con los morteros in situ, sino que también lo será con las exigencias de uso establecidas por un proyecto de restauración. Este proyecto deberá solucionar los daños presentes, pero siempre atendiendo a los resultados de las excavaciones arqueológicas, realizadas previamente a cualquier intención de proyecto.

Por último, es importante que el nuevo uso propuesto garantice la rentabilidad de la restauración y mantenimiento del inmueble, huyendo de actuaciones sin premeditación, que suelen acabar en nuevas ruinas, pero con un lavado de cara (figura 11).

Notas

1. Santa Bárbara es el nombre del barrio de la actual pedanía de Overa donde se localizan las ruinas del Castillo, recibiendo dicho nombre por los propios habitantes del lugar. Pero el nombre originario del castillo es el de Overa debido al nombre del asentamiento en época musulmana.
2. Con hormigón, nos referimos a un conglomerado que contiene áridos gruesos y cal, como conglomerante más común. Recibe este nombre, ya que el contenido en cal es >25%, por lo tanto, la cal deja de ser un estabilizante.

Lista de referencias

López Martínez, F.J. n.d. *Tapial, tapia y tapiería: propuesta de definición y clasificación.* Murcia.

Pozo Marín, R.; Rueda Cruz, I. M. y Flores Escobosa, I. 1990. *Cerámica andalusí del Castillo de Santa Bárbara (Overa, Almería).* Almería: Instituto de Estudios Almerienses.

Tapia Garrido, J. 1986. *Historia General de Almería y su provincia,* 1: 215–360.

UNE-EN ISO 12571: 2000. *Prestaciones higrotérmicas de productos y materiales para los edificios. Determinación de las propiedades de sorción higroscópica.*

UNE-EN 15801: 2010. *Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad.*

Un singular ejemplo de Bastión Artillado: el Puntone proyectado por Baldassarre Peruzzi para Roccasiniblanda

Aritz Díez Oronoz

El creciente protagonismo que adquirió la artillería a partir de mediados del siglo XVI produjo numerosos ejemplos de experimentación e innovación en el campo de la arquitectura militar con el fin de adaptar las fortificaciones medievales a esta nueva arma de asedio. Entre estos ejemplos de adaptación defensiva, en este artículo se presenta el singular proyecto para fortificar el antiguo «castello» medieval de Roccasinibalda, realizado a inicios del «cinquecento» por el conocido arquitecto renacentista Baldassarre Peruzzi.

Este proyecto realizado por B. Peruzzi, poco conocido por no haberse construido en su totalidad y haber sufrido grandes modificaciones, es sin lugar a dudas uno de los más singulares ejemplos del repertorio de fortificaciones de transición italianos. De él se conservan en la Galleria degli Uffizi de Florencia varias láminas realizadas por este arquitecto que han sido de vital importancia para el desarrollo de este trabajo. En el artículo se presenta el levantamiento del actual castillo con su entorno cercano, y el estudio e interpretación de estos dibujos autógrafos conservados, con los que se ha llevado a cabo la reconstrucción del singular «puntone» proyectado por B. Peruzzi.

Roccasinibalda: contexto y construcción de la «rocca» actual

La escarpada colina que ocupa la villa de Roccasinibalda está situada en el montañoso territorio de la Sabina, al sur de Rieti, en el centro de Italia. La fortaleza proyectada por el conocido arquitecto sienés Baldassarre Peruzzi, fue posible en un lugar tan alejado de los centros de la época como este valle de la Sabina, gracias a una serie de coincidencias históricas que convirtieron este emplazamiento, en un lugar estratégico durante los comienzos del siglo XVI.

Fundada varios siglos antes en un contexto de inestabilidad que obligó a la Iglesia a fortificar diferentes emplazamientos en el área de la Sabina, el feudo y el castillo fueron durante toda la Edad Media, excepciones puntuales aparte, propiedad de la familia Mareri. Las convulsiones en la política romana a partir del siglo XIV tuvieron también su efecto en este territorio periférico: la familia perdió el castillo tras el asalto de Paolo Orsini bajo las órdenes del papa Alessandro VI Borgia. Confirmada esta desposesión por Giulio II y expulsados definitivamente los Mareri en 1526 por el papa Clemente VII, el feudo fue entregado a Alessando Cesarini, quien había sido en varias ocasiones comitente de B. Peruzzi. (Rosini 2016; Vasari [1568] 1967)

Esta expulsión provocó una guerra de cuatro años entre los Mareri y los Cesarini que se resolvió a favor del nuevo señor. Con la determinación de afianzar sus nuevos dominios, A. Cesarini encargó en 1530 a B. Peruzzi la reconversión del antiguo «castello» medieval en una nueva fortaleza que incorporara, además, un importante palacio renacentista como nueva residencia de la familia en la Sabina. (Cohen 1996, 294)

La construcción de la fortaleza se prolongó durante dos décadas tras la muerte en 1536 de Baldassarre Peruzzi.[1] Por este motivo, la fortaleza y palacio que conocemos hoy día difiere en muchos aspectos de la proyectada por el arquitecto. Entre los arquitectos que le pudieron tomar el relevo, están su hijo Sallustio Peruzzi, Antonio da Sangallo el joven, o Bartolommeo de'Rochi, de quien se conservan algunos dibujos de la fortaleza. (Ricci 2002, 73–74)

La fortaleza debía estar prácticamente finalizada en el estado actual para el año 1551, cuando Pablo IV encarceló a Giulino Cesarini (heredero de Alessandro) y envió guarniciones para hacerse con sus dominios, entre ellos Roccasinibalda. Como afirma Cohen (1996, 296–297) allí se confiscaron entre otras municiones, 36 cañones de gran calibre y se desarmaron a más de 300 hombres, lo que indica que para esta fecha el edificio debió estar cuanto menos avanzado.

El feudo y el castillo han cambiado varias veces de manos hasta hoy día; sin embargo, no hay constancia de obras de importancia después de este primer impulso edificatorio. La fortaleza fue progresivamente en declive y su configuración actual se debe en parte a la explosión accidental que destruyó parte del patio en 1710 y a las reformas realizadas por sus últimos propietarios, que añadieron elementos medievalizantes (almenas, logia, giardino pensile…) no existentes en el proyecto renacentista. Aunque la fortaleza ha sido restaurada en el 2003, la restauración no ha modificado en esencia las transformaciones realizadas en el último siglo.

La «rocca» heredada por Baldassarre Peruzzi

A pesar de las trasformaciones emprendidas en el «cinquecento» con la construcción de la nueva fortaleza, las facilidades que da un entorno muy condicionado por la topografía abrupta y los documentos que se conservan nos permiten realizar algunas suposiciones respecto al estado en el que estaba el lugar a la llegada de B. Peruzzi.[2] La roca natural que sobresale de los muros indica la existencia de un peñasco natural en torno al cual se desarrolló el primer asentamiento medieval. Sus laderas se prolongaban hacia el norte, formando una loma menos inclinada que estrechaba el valle y en la que se asentó el poblado. Al sur, lugar por el que la colina se unía al exterior, el terreno acababa en una fuerte depresión (todavía apreciable junto a la Plaza del Plebiscito) que aislaba el cerro y proporcionaba una excelente defensa natural (figuras 1 y 2).

La coincidencia de los muros irregulares señalados por P. Peruzzi en su lámina 613A como preexisten-

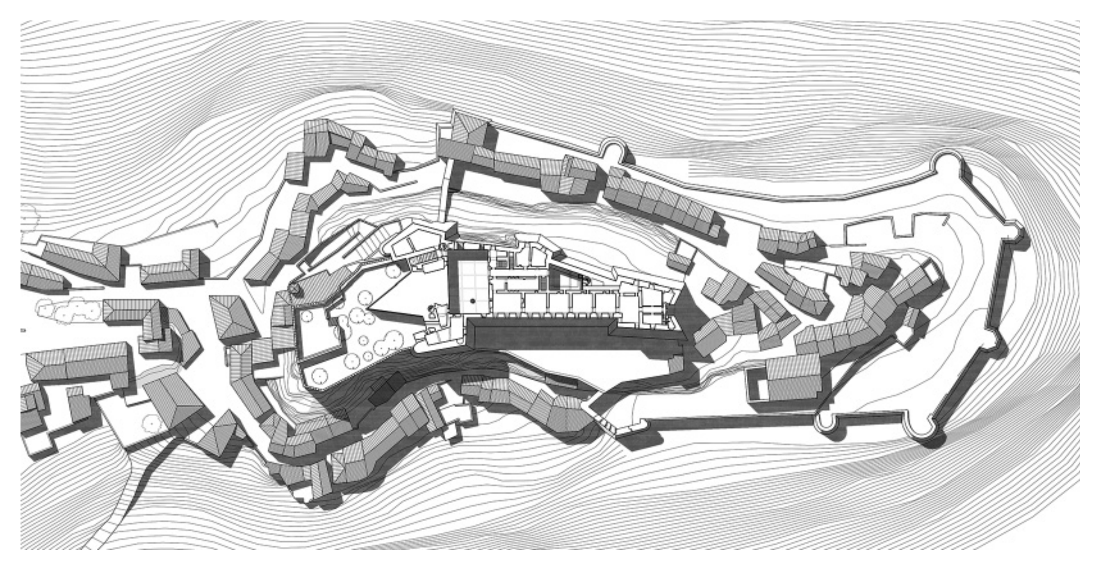


Figura 1
Planta actual de Roccasinibalda donde pueden verse la fortaleza, la villa y su cinta amurallada. (Plano del autor)

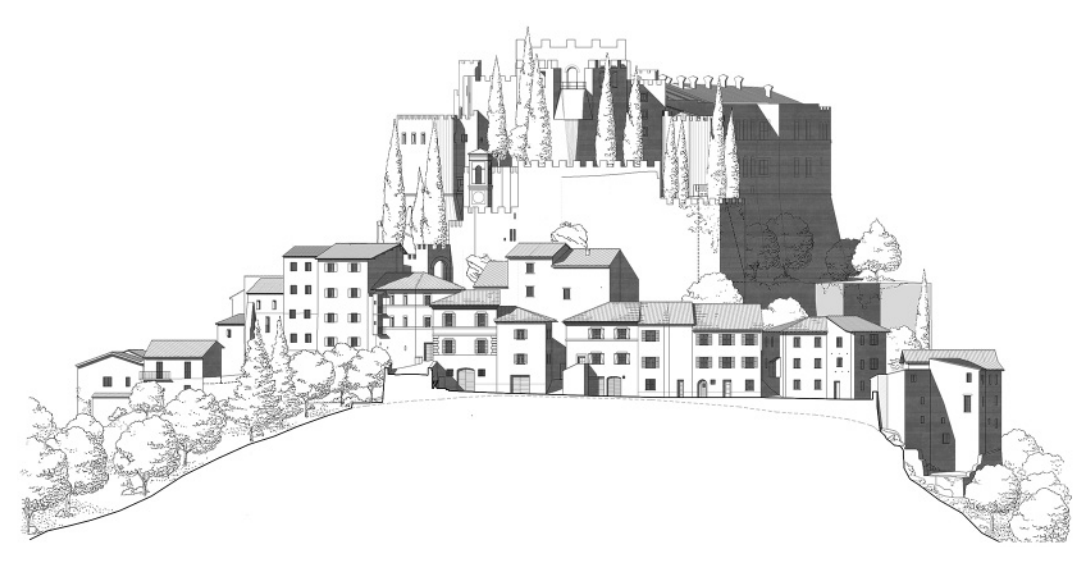


Figura 2
Alzado actual de Roccasinibalda desde la Plaza del Plebiscito; son apreciables los muros medievales del actual jardín en el centro en alto, con el frente sur de la fortaleza renacentista al fondo. (Plano del autor)

cias, «segnato», con la planta del actual «giardino» indica que *el castillo medieval debió estas situado en este lugar, en el borde sur de la actual fortaleza y en el lugar donde B. Peruzzi proyectó el singular bastión que se presenta en este artículo*. Si los límites del castillo medieval quedan claros en este lugar, en el área ocupada por la actual fortaleza los indicios son menos claros. Sin embargo, las investigaciones realizadas por Cohen (1996) han desvelado que para la construcción de la fortaleza renacentista tuvieron que derribarse un número de viviendas que equivale al que actualmente existen a sus pies. La iglesia parroquial de la villa tuvo que ser también demolida, lo que indica que el lugar debió estar ocupado por una zona residencial de importancia, probablemente el centro de la villa medieval.

El castillo medieval debió situarse por tanto sobre la huella del actual jardín y en ese caso la villa medieval ocuparía entonces la elevada plataforma en la que se asienta actualmente la fortaleza.

El proyecto de Peruzzi para Roccasinibalda[3]

Por consiguiente, el proyecto realizado por Baldassarre Peruzzi implicó no solamente la reforma de las fortificaciones medievales, sino la completa transformación del poblado medieval para convertirlo en residencia permanente de sus nuevos señores: palacio fortificado, área residencial y fortificaciones exteriores, formaban parte de un proyecto unitario del que conservamos únicamente tres láminas referentes al proyecto peruzziano para el palacio.

Coincidente además con un periodo en el que la fuerza de la artillería obligó a transformar el sistema defensivo medieval en otro nuevo adaptado a las armas de fuego, este proyecto de B. Peruzzi (en gran medida síntesis de todos sus avances en este ámbito militar en los años precedentes) es un claro referente a la hora de analizar esta dilatada adaptación que culminó (como sabemos desde nuestra perspectiva actual) en la consolidación del sistema defensivo abaluartado.

Las láminas conservadas en el Gabinetto dei Dissegni e Stampe degli Uffizi

De las cinco láminas conservadas en la Galería de los Uffizi, tres de ellas están realizadas por el propio B. Peruzzi (555A, 579A y 613A) y dos por Bartolommeo de'Rochi (4198A y 4204A). El conjunto de las

tres primeras es la que aporta mayor información sobre el singular proyecto. A pesar de haber sido estudiadas por varios autores (Adams 1987; Fara 1991; Ongareto 1998; Zander 1955) las características de las fortificaciones que representan está todavía abierta a interpretación, sobre todo en lo que se refiere a la lámina que representa al bastión artillado analizado en este texto (613A). El trabajo más completo que interpreta estas láminas es el realizado por Rosella Ongaretto (1998; 2001). Sin embargo, su reconstrucción se centra en el volumen del palacio, dejando sin desarrollar el singular proyecto de bastión citado anteriormente.

En líneas generales, estas tres láminas representan (en el orden enumerado previamente) una planta de un esquema previo para la fortaleza, una planta detallada del palacio fortificado y una planta (coincidente en escala a la del palacio) del bastión artillado (figura 3).

Los numerosos datos que acompañan a los dibujos en forma de indicaciones, acotaciones y pequeños bocetos permiten interpretar de una forma muy precisa los proyectos representados en las láminas. A ello contribuye también lo sistemático del método de B. Peruzzi a la hora de realizar sus dibujos, utilizando la vara y pie romano como unidades de medida, redescubiertas por él mismo a través del estudio de las «rovine antiche». Diferencia además las mediciones lineales en pies de las mediciones volumétricas en varas y, entre otras características propias, realiza numerosas anotaciones que dan pistas del alzado y la sección del proyecto. (Docci, Maestri 1987, 174; Wilson Jones 1988)

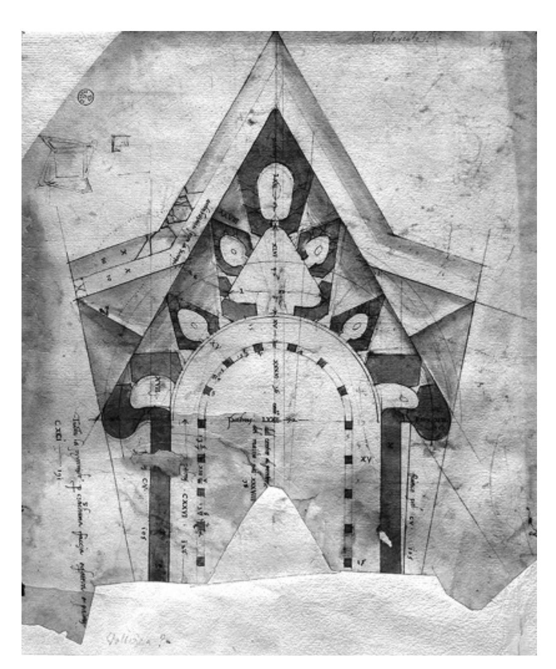


Figura 3
Planta del «puntone» proyectado por B. Peruzzi para Roccasinibalda. (Lámina 613A, Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi)

Consideraciones respecto del proyecto planteado por Peruzzi.

Con la interpretación de estos planos y confrontando estos datos con las investigaciones ya realizadas, el esquema en planta del proyecto definitivo planteado por B. Peruzzi es bastante claro.

El proyecto, situado en lo alto del cerro, se estructuraba longitudinalmente en dos mitades: un primer frente de carácter puramente militar dirigido hacia el sur y una segunda parte destinada al palacio hacia la mitad norte. Articulando estas dos partes, se situaba un «cortile» de acceso, único espacio de representación público del palacio (figura 4).

El eje longitudinal norte-sur de la mitad palaciega se estructura en torno al salón principal, de proporción 1:2 y está abierta a través de dos logias a dos patios: una al patio de acceso al sur y la otra al patio triangular de carácter privado al norte. Desde esta sala y desde las logias se accede a los cuartos laterales del ala este y del ala oeste, donde se sitúa la escalera ovalada que une los diferentes niveles. La irregularidad del cerro obliga a que este esquema regular se modifique apuntándose hacia el norte. Esta anomalía, obliga al arquitecto a colocar dos salas en forma de bastión, una en el ángulo norte del palacio y otra en el quiebro de la fachada oeste. En las reconstrucciones planteadas por R. Ongaretto (1998) y A. Fara (1993) las cuestiones relacionadas con el alzado y sección son las que más problemas plantean, ya que las láminas detallan únicamente un alzado del «cortile» y solo añaden un pequeño esquema de la escarpa del muro. Sin entrar en los detalles de la reconstrucción planteada por los dos autores de forma independiente, parece seguro que el palacio tuviera dos niveles y que su altura total llegara a los 60 pal-

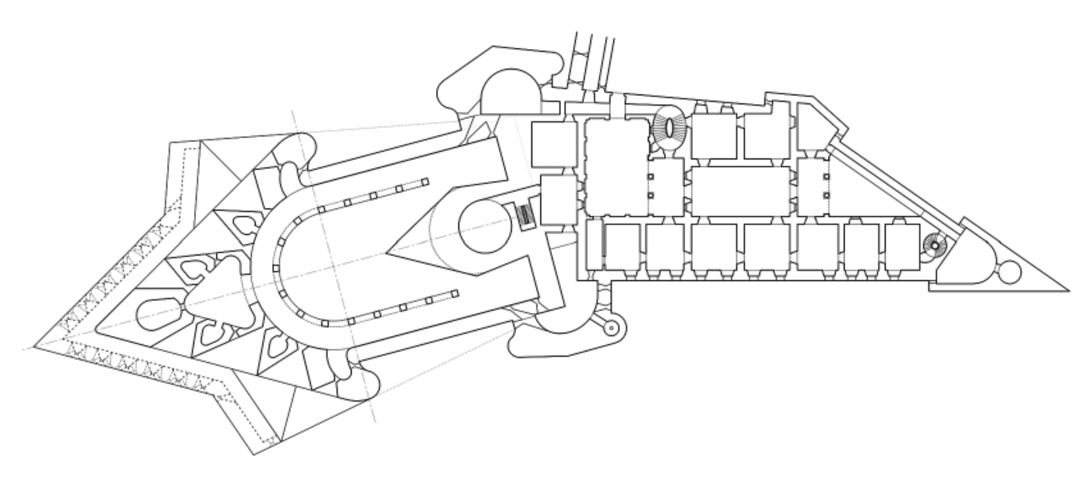


Figura 4
Reconstrucción de la planta a partir de las láminas 579A y 615A y los datos cartográficos actuales. (Plano del autor)

mos especificados por B. Peruzzi en una de sus anotaciones, altura actual de la fortaleza (figura 5).

La sección de la escarpa por otra parte, parece haber sido diferente en proyecto; bajo cota de suelo sigue un plano vertical delimitado por dos cordones (coincidente con el alto del sótano y aljibe actual) que como se verá más adelante, es coincidente también con la interpretación hecha por este autor del bastión artillado proyectado sobre el jardín actual. (Ongaretto 1998, 49–68)

El frente fortificado del proyecto ha sido menos estudiado. Está formado por un lienzo recto adosado al lado sur del palacio y que cubre todo su ancho. A este primer frente se le añade una gran estructura fortificada que se encastra en la plataforma del actual jardín, el gran «puntone» que avanza hacia al exterior, y que constituye la aportación más notable de B. Peruzzi al desarrollo de las fortificaciones contra la artillería.

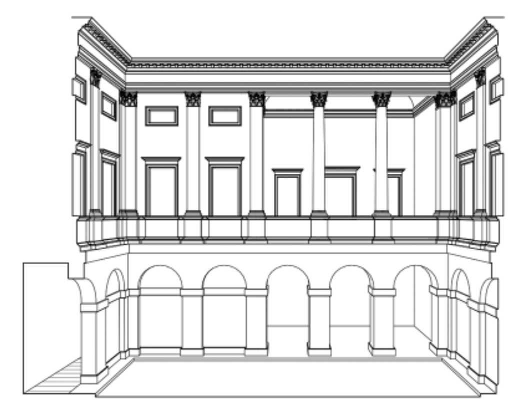


Figura 5
Sección fugada del «cortile» propuesto por B. Peruzzi, según lámina 579Ar. (Dibujo del autor)

El primer frente tiene un «mastio» o bastion elevado central al que se le adosan dos bastiones laterales que resuelven tanto el encuentro con las fachadas laterales del palacio como la unión con los muros del gran «puntone» o bastión adelantado del jardín. La tipología de estos bastiones laterales es coincidente tanto en forma como en dimensiones con el del «Bastione della Porta Pispini» construido por B. Peruzzi a fin de fortificar la muralla de Siena en 1527, lo que marca una continuidad en su aproximación al desarrollo de este tipo de fortificaciones. (Adams, Peper 1986, 37–49)

El «puntone» que ocupa el jardín en cambio, implica una novedad no solo en la trayectoria militar de Peruzzi, sino que como veremos a continuación, representa sin lugar a dudas un hito en este proceso de desarrollo de las fortificaciones contra la artillería.

El singular bastión artillado proyectado por Peruzzi

Conservado gracias a la maravillosa lámina dibujada a tinta parda y aguada sobre un sencillo encaje geomé-

trico a lápiz, el mismo dibujo de B. Peruzzi da una eficaz idea no solo de su claridad geométrica, sino de la fuerte efectividad expresiva del bastión planteado.

En efecto, el atacante proveniente de la ladera (único lugar de aproximación posible) había de encontrarse, según este proyecto, con una poderosa masa apuntada sobresaliendo de la colina y avanzando su punzante vértice artillado con una crestería de troneras hacia el agresor. Rematando su gola con el frente fortificado del palacio en lo alto, el efecto de este sistema fortificado ideado por Baldassarre Peruzzi no tiene precedentes (podría decirse que tampoco continuadores) de tal singularidad en el elenco de fortificaciones de transición hasta el momento (figura 5). La escala del «puntone» es también inmensa comparada con el resto del proyecto: tiene una superficie equivalente al resto del todo el palacio y en relación a otras estructuras defensivas coetáneas, se equipara en tamaño únicamente con los bastiones que proyectará Antonio da Sangallo el joven para las ciudades de Fano (1532), Florencia (1533) de Roma (1537). (Hale 1983, 24–29)

La planta se estructura mediante a un gran patio interior con galerías laterales que ocupa la plataforma del actual jardín. El patio, abierto hacia el norte a fin de enlazar con las fortificaciones adosadas al «cortile» del palacio, se cierra en semicírculo hacia el frente definiendo un patio interior en forma de herradura. A este cierre curvo, sobresaliendo sobre los muros laterales que delimitan este vacío central, se le adosa la cabeza triangular que mira al frente, con dos pequeños orillones que flanquean los muros de la plataforma del actual jardín. El acuerdo entre la curva del patio y la geometría triangular de la cabeza se resuelve mediante una serie de grandes troneras que saliendo radialmente de la galería circular del patio, forman una culminación en forma dentada que enfatiza el aspecto agresivo de la fortificación. Debido al gran tamaño de la estructura, los merlones formados por las troneras albergan pequeñas salas de armas con sus respectivas cañoneras y arcabuceras abiertas a las troneras principales. El aspecto agresivo que muestra al frente se remarca también mediante la formalización de las dos caras frontales del triángulo: escarpadas en su ángulo. A sus dos lados se adosan dos volúmenes piramidales que refuerzan sus costados. Tanto los volúmenes salientes como la escarpa, quedan recortadas verticalmente en la dirección marcada por el ángulo de tiro de los flancos de la fortaleza, remarcando la direccionalidad de la fortificación.

Esquema geométrico de la planta.

El esquema geométrico que subyace al diseño es claro y está además marcado en el encaje hecho a lápiz por B. Peruzzi. A una geometría cuadrada de 126 pal-

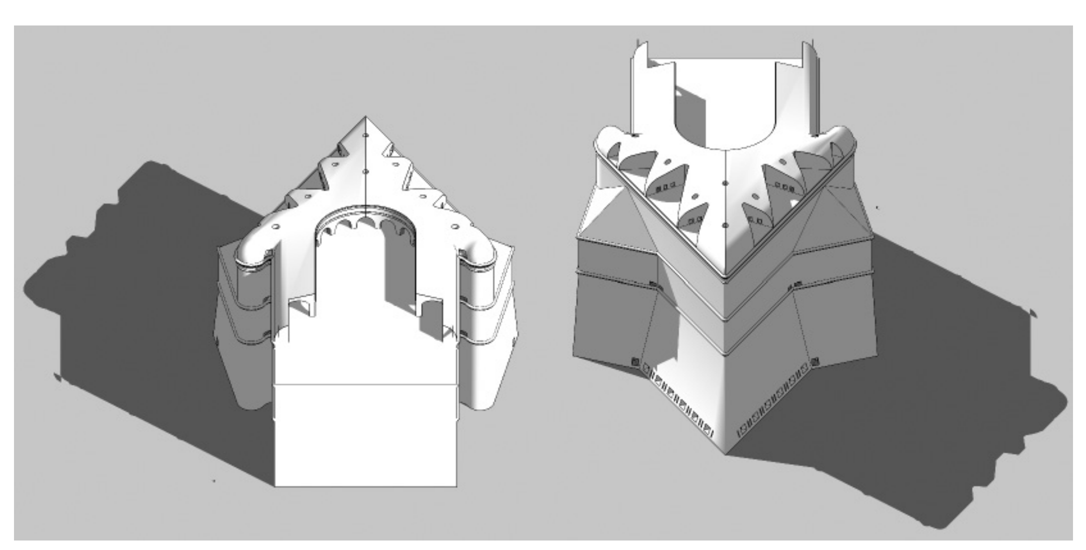


Figura 6
Reconstrucción axonométrica del «puntone» según lámina 614A. (Dibujo del autor)

mos se le adosa otra triangular equilátera de 191 palmos que organiza la base del bastión, en una relación que se aproxima al 2:3. El punto central de los lados coincidentes del triángulo y del cuadrado, marca el centro del círculo que redondea el patio. Éste círculo, de 36 palmos de radio, marca al mismo tiempo la alineación del alzado interior del patio y la distancia del ángulo del «mastio» trasero del palacio respecto de este centro (figura 7).

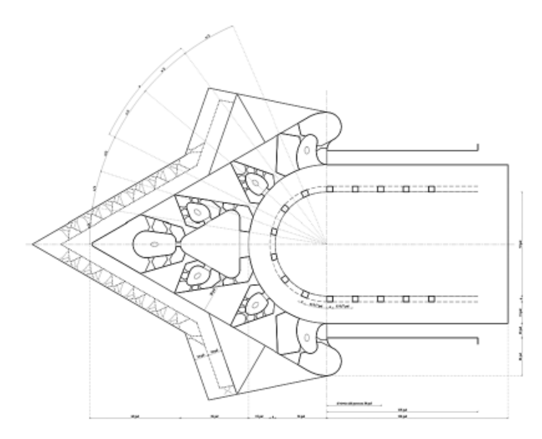


Figura 7
Planta del «puntone» según la lámina 614A. (Plano del autor)

El resto de geometrías derivan de esta base geométrica en función al cuadrado y al triángulo equilátero. La más importante es la utilización de un sistema radial que determina la posición de los ejes de las troneras y los vértices de los merlones al exterior. Tomando como módulo el ángulo existente entre dos pilares de la galería (a) y como centro el de la curva del patio, los vértices y ejes de las primeras dos troneras se sitúan a medios módulos (a/2) mientras que los de las terceras se posicionan a un tercio de módulo (a/3).

Señales del alzado propuesto para la planta dibujada.

Si bien la definición en alzado y sección de este «puntone» de B. Peruzzi no es tan evidente como sí se define en planta, algunos bocetos dibujados en los márgenes aportan unas claves importantes para reconstruir el volumen de este bastión artillado. El hecho de que estos dibujos estén muy desdibujados ha hecho que pasen desapercibidos para el resto de autores que han estudiado la lámina. (Ongareto 1998; Fara 1993)

Se trata de dos dibujos realizados con el mismo trazo a lápiz que define el primer encaje del dibujo, y que están situados en el ángulo superior derecho. El primero (el menos decolorado) representa lo que únicamente puede ser entendido como una sección del remate superior del «puntone» donde puede verse, dibujado además a la misma escala que la planta, el grosor del muro exterior rematado por un entablamento de arquitrabe con forma de cordón redondeado, friso plano y cornisa (similar al remate del «bastione di Porta Pispini» en Siena) y la galería interior cubierta con una bóveda rebajada soportada en los pilares interiores. El segundo dibujo parece representar un fragmento del alzado lateral (recortado para regularizar posteriormente la hoja) en el que se aprecia claramente la escarpa de su parte inferior y un fuerte alzado vertical rematado por el mismo perfil inclinado representado en el primer dibujo.

Teniendo en cuenta estos nuevos datos y aquellos derivados de la interpretación de la planta (por ejemplo, que si el vértice del volumen piramidal saliente coincide con el huevo de la tronera, éste primero debe situarse irremediablemente por debajo del segundo) se ha podido realizar una reconstrucción volumétrica fiel al proyecto de B. Peruzzi (figuras 7 y 8).

Las alturas establecidas en la reconstrucción concuerdan con las anotaciones de B. Peruzzi en la planta y con las cotas existentes actualmente entre el nivel de la plaza inferior, el cordón de la fortaleza actual y el suelo del patio (–27,5m–125 palmos). Son coincidentes también con la interpretación de la escarpa realizada por R. Ongaretto (1998) en la que sobre una base ataluzada hay un paramento vertical delimitado entre dos cordones, coincidente en este caso con la franja vertical existente entre la base de las pirámides adosadas y el inicio de la escarpa.

La escarpa inclinada, de 60 palmos de alto, se levanta hasta la mitad del alzado del bastión artillado. Sobre ella, dos franjas de 30 palmos cada una forman el alzado vertical de la estructura y sobre este conjunto, se apoya un entablamento de 7,5 palmos que

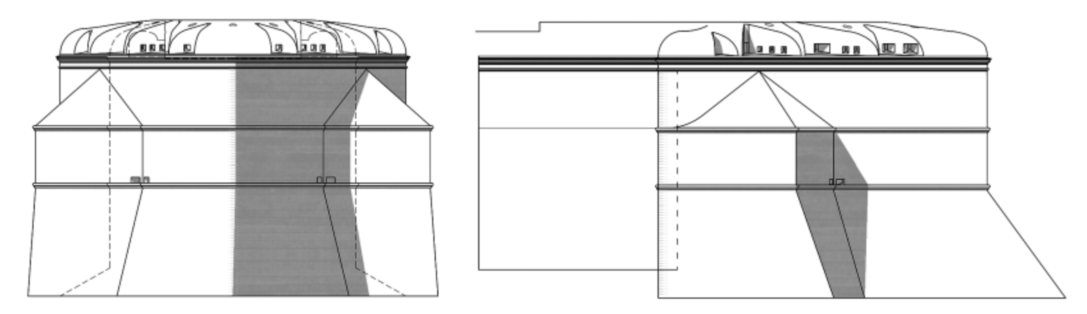


Figura 8
Alzado frontal y lateral del «puntone» según la interpretación realizada. (Planos del autor)

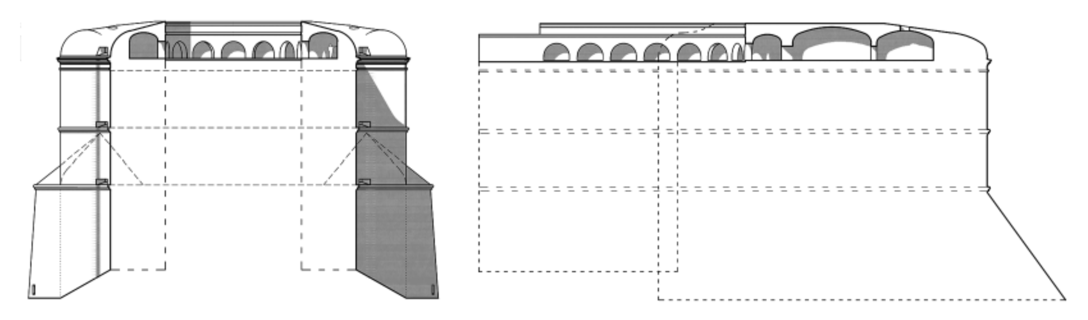


Figura 9
Sección transversal y longitudinal del «puntone» según la interpretación realizada. (Planos del autor)

remata el conjunto. De modo análogo al bastión construido en Siena, las troneras forman una cubierta acorazada seccionada por las embocaduras de las troneras, formalizando un remate apuntado hacia el exterior.

Al interior, a pesar de que en planta el patio sugiere de inmediato un espacio arquitectónico formalizado, como el de la Villa Giulia en Roma, no parece que éste fuera su destino. Aunque se conservan dibujos de Baldassarre Peruzzi en los que a lienzos de muralla se trasdosan logias con arcos propias de un espacio de representación (como la lámina 399A del Gabinetto dei Disegni e Stampe degli Uffizi) no parece ser el caso de Rocassinibalda: la altura establecida por el boceto de la sección no hace viable un esquema de este tipo y un alzado con la altura necesaria para una arquería de estas características habría cubierto las fortificaciones de la gola («mastio» y bastiones laterales) dificultando su defensa.

Conclusiones

Este proyecto del arquitecto Baldassarre Peruzzi, conservado a través de su extraordinario dibujo para el «puntone» artillado, es un ejemplo excepcional del proceso de transformación de las fortificaciones desarrollado principalmente en Italia y que tuvo como protagonistas a los principales arquitectos del Renacimiento italiano.

La lámina expresa con total sinceridad no solo su resolución funcional, sino también el esfuerzo por conseguir una coherencia formal y expresión simbólica que parafraseando a Henri Focillon (2002, 52) encontrara «aquel destino inherente a la materia, si así se entiende, una cierta vocación formal» correspondiente con la nueva naturaleza de la poliorcética. En esta lámina se combinan aquellas experiencias previas relativas a la definición formal de las nuevas fortificaciones, con toda la fuerza expresiva explotada por primera vez por Michelangelo Buonarroti en

sus fortificaciones para Florencia y que aquí, en el proyecto de B. Peruzzi, toman una coherencia sobresaliente. (Marani 1984)

En este «puntone» de B. Peruzzi conviven los recientes avances en lo referente a la definición geométrica de las fortificaciones (correspondencia entre todos los elementos defensivos del conjunto, el trazado en planta definido por la línea de tiro rasante del cañón, etc…) con estrategias heredadas de sus precedentes, como la característica protección abovedada típica de su maestro Francesco di Giorgio Martini.[4] Sin embargo, lo que hace único a este proyecto es el haber conseguido incorporar por primera vez de un modo coherente a su función defensiva, la agresividad hacia el exterior que ya mostraban algunos diseños como los de Leonardo da Vinci (Códex Atlanticus 767r) o Michelangelo Buonarroti (Casa Buonarroti 13Ar, 14Ar) y que resultará esencial para acabar por definir todas las características propias del bastión artillado que se materializará por primera vez gracias a Antonio da Sangallo el joven en sus fortificaciones para Florencia y Roma.

Notas

1. Para conocer más detalles del contexto socioeconómico del valle tras la llegada de los Cesarini y sobre la construcción de la fortaleza, se puede consultar el trabajo realizado por Cohen (1996).
2. Entre estos documentos están los escritos referentes a la fortaleza, las dos vistas del pintor flamenteo Paul Brill y los datos sobre el emplazamiento registrados por B. Peruzzi y B. de'Rocchi en sus láminas.
3. El proyecto realizado por B. Peruzzi para Roccasinibalda ha sido objeto de estudio desde un tiempo relativamente reciente. La mayoría de los estudios realizados hasta el momento se han limitado al análisis de las tres láminas conservadas en el *Gabinetto degli Stampe e Disegni degli Uffizi* y el único estudio completo sobre la interpretación de las es el realizado por Rosella Ongaretto (1998; 2001). Sobre los diseños originales pueden consultarse (Würm 1984; Geymüller 1875; Zander 1955; Heydenreich 1968; Adams 1987; Fara 1991; Fara 1993).
4. Este sistema de cubrición de las defensas con una cáscara protectora, si bien es una constante en el «Trattato di Architettura civile e militare» de Fco. di Giorgio Martini (Di Giorgio Martini 1967) y reaparece con frecuencia el en tratado de arquitectura militar atribuido a B. Peruzzi (Parronchi 1982) la única defensa construida que conserva un remate de este tipo es el «Bastione di Porta Pispini» proyectado por el mismo B. Peruzzi en Siena.

Lista de referencias

Adams, N. 1987. *Postille ad alcuni disegni di architettura militare di Baldassarre Peruzzi*. En: *Baldassarre Peruzzi, pittura scena e architettura nel Cinquecento*.

Adamas, Peper. 1986. *Firearms & Fortifications: Military Architecture and Siege Warfare in Sicteenth-Century Siena*. Londres: The University of Chicago Press.

Cohen, T. 1996. Social Memory as Festive Therapy and Village Politics. En *Histoire Sociale / Social History*. Vol. 29, núm. 58.

Di Giorgio Martini, F. 1967. *Trattati di Architettura Ingegneria e Arte Militare*. Milan: Edizioni Il Polifilo, 2 vol.

Docci, Maestri. 1978. *Il rilevamento architettonico: storia metodi e disegno*. Bari: Editori Laterza.

Fara, A. 1991. Il progetto di Baldassarre Peruzzi per la rocca Sinibalda. En *Bolletino degli ingegneri*, 9, Florencia.

Fara. A. 1993. *La città da guerra nell'Europa moderna*. Turin.

Fagiolo, Madonna. 1978. *Baldassarre Peruzzi, pittura scena e architettura nel Cinquecento*. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana.

Fiore, Muratore, Valeriani. 1978. *I castelli, Architettura e difesa del territorio tra Medioeve e Rinascimento*. Novara: Istituto Geográfico de Agostini.

Focillon, H. 2002. *Vita delle forme seguito da Elogio della Mano*. Turin: Piccola Biblioteca Einaudi.

Geymüller. 1875. *Die ursprünglichen Entwürfe für Sanct Peter in Rom – Le projects primitifs pour la basilique de Saint-Pierre de Rome*. Paris-Wien.

Hale, J.R. 1983. *Renaissance War Studies*. London: The Hambledo Press,

Heydenreich. 1968. *Bemerkungen zu den zwei wiedergefundenen Manuskripten Leonardo da Vincis in Madrid*. En: *Kunstchronik*, XXI.

Huppert, A. 2015. *Becoming an architect in Renaissance Italy: Art, Science, an the Career of Baldassarre Peruzzi*. Society of Architectural Historians.

Marani, P. 1984. *Disegni di fortificazioni da Leonardo a Michelangelo*. Firenze: Cantini.

Ongaretto, R. 1998. I disegni di Baldassarre Peruzzi per Rocca Sinibalda. En *Quaderni dell'Istituto di storia dell'architettura*. nº32.

Ongaretto, R. 2001. Baldassarre Peruzzi e Rocca Sinibalda. I disegni di Baldassarre Peruzzi per Rocca Sinibalda. En: *Baldassarre Peruzzi (1481–1536)*. Venecia: Marsilio.

Parronchi, A. 1982. *Trattato di architettura militare, Badassarre Peruzzi*. Firenze: Edizioni Gonnelli.

Ricci, M. 2002. *Fu anco suo creato: L'Eredità di Baldassarre Peruzzi in Antonio Maria Lari e nel figlio Sallustio*. Roma: Edizioni librerie Dedalo.

Rosini, P. 2016. *Casa Cesarini. Ricerche e documenti.* Lulu Editore.

Vasari, G. [1568] 1967. *Le vite de' più eccellenti pittori scultori e architettori*. Italia: Istituto Geografico de Agostini. 9 vol.

Wilson Jones, M. 1988. Palazzo Massimo and Baldassare Peruzzi's Approach to Architectural Design. En *Architectural History,* Vol. 31.

Würm. 1984. *Baldassarre Peruzzi, Architekturzeichnungen Tafelband*. Tübingen.

Zander, G. 1955. Due dissegni di Baldassarre Peruzzi per Rocca Sinibalda. En *Palladio*.

Historia de la construcción de la armadura de hierro del Teatro Calderón de la Barca de Valladolid (1863–1864)

Francisco Javier Domínguez Burrieza

Hace años, Arregui afirmaba que la armadura del teatro Calderón era «una de las obras de ingeniería metálica pioneras en la provincia, pudiendo calificarse de vanguardista en dicho entorno geográfico tanto por su diseño como por el alcance de su personalidad material» (P. Arregui 2005, 1022 y 1023). Efectivamente, con el arquitecto y futuro director de la Escuela de Arquitectura de Madrid, Jerónimo de la Gándara (25/11/1868–12/02/1869, Prieto 2004, 337 y 338), reconocemos, en Valladolid, una de las primeras obras de verdadera envergadura dentro de la construcción de cubiertas metálicas. Gándara, que había proyectado y codirigido las obras de construcción del teatro Calderón, comprendía el importante papel que el hierro estaba jugando en la arquitectura de su tiempo (P. Arregui 2009, 324). En este sentido, su evolución hacia una arquitectura moderna así lo demuestra. De hecho, tampoco debemos obviar que el propio Gándara ya había proyectado para la misma ciudad un mercado cubierto, cuyos planos, firmados en enero de 1862 y justo un mes después de haberse inaugurado el teatro Lope de Vega, también obra suya, desarrollaba unas cerchas, aunque en este caso muy sencillas, de tipo Polonceau.[1]Gándara, además, al año siguiente también proyectaba un mercado para Jerez de la Frontera, y en esta ocasión sí parece claro que la similitud con *Les Halles* de Paris debió de ser aún mayor.[2] A pesar de que el proyecto final de la armadura original del Calderón no fue obra directa del arquitecto de Ceceñas (Cantabria), desde un inicio existe en él una evidente relación proyectual. Así, ya en la sesión de la junta directiva de la sociedad constructora del Calderón del 19 de agosto de 1863 se le encargaba la realización de «los estudios de armaduras de madera y hierro, para poder la directiva pedir y comparar precios de una y otra».[3] Un mes después, ya se reclamaba al arquitecto la presentación del proyecto ante la junta, pidiendo a su autor «que lo concluyera lo antes que le fuera posible y lo remitiera».[4]

Sobre la construcción de la armadura se conserva abundante documentación que relata prácticamente paso a paso el origen de la idea, su desarrollo y su final materialización. Acerca de la misma trabajó en su día Arregui para conformar un apartado interesantísimo de su tesis doctoral (P. Arregui 2005, 1022–1045). En esta ocasión, añadimos documentación inédita y nos centramos en Ortiz de Urbina como eje canalizador en la historia constructiva de la armadura, con una implicación de especial relevancia y a todas luces influyente.

El hierro iba a ser un material fundamental para el futuro teatro. Es más, antes del envío de las propuestas de armadura, ya se había decidido incluir en el coliseo columnas de hierro. En noviembre de 1863, se pidió al arquitecto Jerónimo Ortiz de Urbina, junto a Gándara codirector de las obras del teatro, que informase a la junta directiva cuál debía ser el número necesario de columnas y dónde se podían adquirir. El arquitecto vitoriano, afincado en Valladolid desde 1856,[5] se decantó por la sociedad «Aldea y Compañía» y su fundición establecida en el Canal (P. Arregui 2005, 1016). Con ellos trató de manera directa,

negociando los plazos y las condiciones de la construcción de las 61 columnas necesarias en el teatro.[6] Hay que señalar que, en ocasiones, las opiniones facultativas de Ortiz de Urbina se impusieron a las de Gándara, sobre todo porque este último realizó, fundamentalmente, su trabajo desde Madrid y no a pie de obra. Ejemplo de ello es cómo la idea de incluir dos filas de columnas con 19 unidades en el café del teatro se redujo a una sola fila con 11 columnas a petición de Ortiz de Urbina (P. Arregui 2005, 1016).[7]

Historia de la construcción de la armadura

En diciembre de 1864, la junta directiva recibía de manos de Gándara tres croquis de armaduras y sus correspondientes presupuestos. Estos pertenecían a tres empresas extranjeras.[8] Fue entonces cuando se encargó a Gándara la redacción de las condiciones facultativas para la futura contratación y la realización de un plano.[9] No cabe duda de que este plano es aquel croquis que Arregui cita como presentado por Gándara en sesión de la junta directiva del día de Navidad de 1863.[10] Aparte de estos documentos gráficos existió otro croquis o plano que dicha junta había manejado con anterioridad. Este, que no hemos podido localizar y del que según Arregui no se conserva ninguna copia (P. Arregui 2005, 1025), fue el que la junta directiva remitió a las diferentes empresas que pudieran estar interesadas en la realización de la armadura. Sin embargo, poco tiempo después aquel plano fue sustituido por el presentado en Navidad.[11] Con varias propuestas en la mano, se realizó una selección de compañías, contactándose con todas ellas. Finalmente fue la «Casa Bergue-Boussillon», en Barcelona, la que se hizo con el encargo. La sociedad constructora, a través de su presidente, Valentín Pérez Calderón, remitió una carta, con fecha 22 de noviembre, a Miguel de Bergue que fue contestada cuatro días más tarde con muy buena disposición a recibir el encargo (Virgili y P. Arregui 1998, 49 y 50).

El mismo día que los ingenieros madrileños «Damond y Cavade» firmaban y enviaban a Gándara su propuesta de armadura,[12] Bergue solicitaba más información para poder elaborar un presupuesto y un croquis de la misma.[13] Todo fue proporcionado por Ortiz de Urbina,[14] incluyendo el plano anterior al presentado por Gándara el 25 de diciembre. Su autor pudo ser el arquitecto vitoriano. De hecho, días antes –21 de diciembre– de presentarse el plano de Gándara, Ortiz de Urbina entregó uno «con las anotaciones convenientes para la armadura de hierro».[15] Nada más se especifica, tan solo que pasó a manos de Pérez Calderón, que a su vez se lo entregó a Juan Fernández Rico para que este último lo remitiera a una fábrica de fundición que se había ofrecido, tiempo atrás, a realizar la armadura.[16] Quizás se tratara, simplemente, de una copia, reformada, o no, del croquis que hasta entonces se suministraba a las empresas interesadas en la realización de la armadura. En cualquier caso, la afirmación de que Ortiz de Urbina fuera el autor de aquel croquis ofrece dudas, sobre todo dado el control que durante los primeros tiempos de construcción del teatro ejerció Gándara. El propio Ortiz de Urbina ya había advertido, entre el 10 y 17 de diciembre, que en su poder no obraba ninguno de los croquis o propuestas de armadura que Gándara habría llevado a Valladolid.[17] Sin embargo, el día 21 Ortiz de Urbina entregaba un plano con anotaciones relativas a la armadura. En Navidad se daba cuenta a la junta directiva del de Gándara, y años más tarde también Ortiz de Urbina llegó a reconocer que había realizado «copias de planos de armaduras de hierro y cálculo de sus resistencias fijando las máximas para las cargas».[18] Ante esta información, no parece lógico que Gándara hubiese enviado un plano con anotaciones respecto a la armadura cuando cuatro días más tarde habría de recibirse otro, quizás sobre lo mismo, por el propio arquitecto. Sin embargo, el trabajo y la recepción de documentación casi era diaria, por lo que tal vez aquel plano de 21 de diciembre tan solo determinara ciertas anotaciones o detalles de lo que podía ser la armadura que en Navidad ya Gándara presentaba en sus líneas generales.

También existen dudas a la hora de identificar esa fábrica de fundición a la que Fernández Rico debía enviar el plano. La empresa pudo ser la de Miguel de Bergue, puesto que la sociedad constructora, llegado el momento, prácticamente centró su atención en la casa barcelonesa. Como veremos más adelante, la motivación posiblemente fuera la probada experiencia y la gran reputación ingenieril de Bergue en Cataluña, lo que prácticamente equivalía a decir en toda España. Es más, este protagonismo fue reconocido por otras opciones con escasas posibilidades, desde el punto de vista de la junta directiva y del propio Gándara, a la hora de conseguir el ansiado encargo

de la armadura, como la fábrica de fundición de Félix Aldea.[19] Así, la carta de protesta que la compañía dirigió a la junta directiva el día de Nochebuena por no haber contado con ella desde un principio sirvió para que finalmente se le enviase toda la documentación al día siguiente.[20]

Pese a que Arregui asegura que el 31 de diciembre Bergue avisaba del envío a Valladolid de tres proyectos diferentes de armadura (P. Arregui 2005, 1031), tan solo hemos podido acreditar las declaraciones que hacía el ingeniero días más tarde a través de una carta.[21] En aquella, firmada el 3 de enero de 1864, se indicaba que el portador de los tres proyectos sería el ingeniero Barry (John G. Barry), solicitando, al mismo tiempo, que a aquel se le señalase cuál iba ser el peso que «(á más del suyo propio) deben sostener los cuatro cuchillos que forman la cubierta del Escenario».[22] Sin embargo, Bergue no cumplió con lo prometido y Barry nunca llegó a Valladolid. Mientras tanto, desde Birmingham y la fábrica de fundición de Félix Aldea se presentaban sendos presupuestos para confeccionar la armadura.[23] Semanas más tarde, Bergue se excusaba ante la junta directiva con una carta fechada el 23 de enero donde explicaba que Barry no había viajado a Valladolid porque estaba ultimando los planos del ferrocarril de San Juan de las Abadesas (Cataluña).[24] Por eso, Bergue decidió enviar a la capital castellana a José María Cornet i Mas.[25] Este partió hacia Valladolid, ya con los planos, el 25 de enero.[26]

A partir de entonces surgió una interesante colección epistolar entre Ortiz de Urbina y Cornet acerca del proceso constructivo de la armadura (incluimos también la instalación). En este sentido, la labor de Ortiz de Urbina fue fundamental. Es más, el mismo día que la junta directiva daba cuenta de la última carta de Bergue, a Ortiz de Urbina se le pedía que informase acerca del contenido de cada uno de los proyectos que hasta entonces había recibido la sociedad.[27] Días más tarde, Ortiz de Urbina redactaba el informe, aunque este «no podía ser todo lo exacto que debía porque nota algunos vacíos en las proposiciones remitidas por conducto del Sr. Gándara, y que siendo de necesidad la venida de este Sr. para el replanteo general, entendía debía diferirse hasta ese día el informe sobre armadura de hierro».[28] Con estas declaraciones, la junta directiva decidió convocar a Gándara para la siguiente sesión. Y así fue, el 3 de febrero Gándara y Ortiz de Urbina daban las pertinentes explicaciones, acordándose volver a contactar con las casas de Madrid, Londres y Barcelona para que detallasen, todavía más, sus presupuestos.[29] Durante días, la sociedad constructora insistió a Gándara para que presionase a las compañías madrileñas y a la casa inglesa,[30] pero, finalmente, los últimos días de febrero se tomó la decisión de negociar solo con «Bergue-Boussilon» y «Aldea y Compañía». De hecho, se autorizó a Pérez Calderón y a Mambrilla a llevar las negociaciones con ambas casas, «dando preferencia á la que hiciera más baja en el presupuesto en igualdad de condiciones, exigiendo por lo que hace relación á estas, las consignadas en la sesión extraordinaria del 31 de Enero».[31] Dos días más tarde, Pérez Calderón propuso llamar a Gándara para que este le ayudase «á ultimar el contrato sobre armadura de hierro».[32] Efectivamente, Gándara estuvo presente en la siguiente sesión celebrada por la junta directiva, pero no solo él, sino que también Ortiz de Urbina, ya que entre Pérez Calderón, Mambrilla, Gándara y el arquitecto vitoriano surgió, tras una reunión privada, la solución a los pormenores de la contratación.[33] En aquella se decidió continuar las negociaciones solo con Bergue, cuyo proyecto, aunque de mayor cuantía económica, sí ofrecía, en opinión de los arquitectos, más seguridad (P. Arregui 2005, 1033). Así, el 6 de marzo, Pérez Calderón y Mambrilla informaban del acuerdo, al mismo tiempo que la junta directiva determinaba la redacción del contrato «bajo las condiciones que ya se tenían formuladas de antemano y se repitieron en el acto».[34] Esto último se comunicaba a Gándara más tarde, advirtiéndole que como él mismo había aconsejado, la armadura de madera que se había ideado para la boca del escenario finalmente iba a ser también de hierro.[35]

Ortiz de Urbina mantuvo su puesto de responsabilidad, incluso, en el contrato firmado entre la sociedad constructora y José María Cornet, en representación de «Bergue-Boussillon». La cláusula séptima especificaba, con claridad, que «en caso de duda las decisiones las tomará Urbina».[36] De hecho, así fue, y a ello se debe aquella colección epistolar entre Cornet y el arquitecto durante el tiempo que duraron las obras. Además, aunque de la redacción de las condiciones facultativas originales, como ya hemos visto, se había encargado Gándara,[37] finalmente fue Ortiz de Urbina quien las firmó, detalló y ajustó a lo convenido entre Cornet y Pérez Calderón.[38]

De los tres proyectos presentados por Bergue a través de Cornet, se eligió el más económico de todos –380.000 reales–, el designado con el número 3

(Virgili y P. Arregui 1998, 50), debiendo entregarse los trabajos, teóricamente y según rezaba en el contrato firmado entre ambas partes, el 15 de julio de 1864. No obstante, esa fecha tan solo hacía referencia «al piso y armadura de la platea y arco de embocadura», puesto que se daba tiempo hasta el 15 de agosto para entregar «todo lo referente al escenario».[39] En este caso, la armadura de la sala debía contar con siete cuchillos –plano n.º 3– (figura 1), mientras que la del escenario tan sólo con cinco –plano n.º 2– (figura 2). Además, sobre el piso de la sala debían montar cinco vigas armadas.[40] Sin embargo, sobre el proyecto se realizaron diversas modificaciones, consecuencia, fundamentalmente, de la diferencia de alturas entre lo sostenido por la armadura sobre la parte del escenario y la zona reservada a platea (Virgili y P. Arregui 1998, 50). Aquello obligaba a realizar, según las explicaciones de Cornet, dos estructuras independientes en lugar de una sola. De ahí que en el contrato se independizasen cada uno de los trabajos, dando dos fechas distintas para la entrega de los mismos. Por ello, desde la casa Bergue se propuso realizar una cubierta, sobre el escenario, igual a la proyectada para la sala, «con el aumento de una viga armada inferior por cada una de las formas de la armadura».[41] Con esto se aumentaba la resistencia de la cubierta. Por último, también se decidió seguir los consejos de Bergue, tal como sustituir la plancha galvanizada por una plancha *dipped*, puesto que con ella mejorarían los determinantes de conservación, duración y precio.[42] En este sentido, la carta que Bergue dirigió a Pérez Calderón argumentaba las ventajas que ofrecían cada una de las proposiciones expuestas en torno a la construcción de la cubierta.[43]

Con la introducción de estas modificaciones al proyecto original, Gándara y Ortiz de Urbina se vieron obligados, lógicamente, a variar algunas de las condiciones ya aprobadas. Los cambios surgieron tras una reunión, «larga y luminosa» entre Gándara, Ortiz de Urbina y Cornet, de la que finalmente se in-

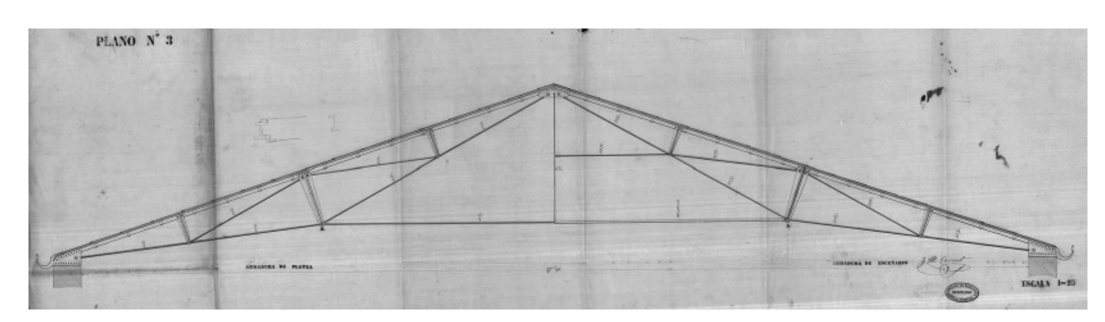


Figura 1
Diseño de cuchillo para la sala. José María Cornet. 1864. AMVA, T.C., caja 50 (2)

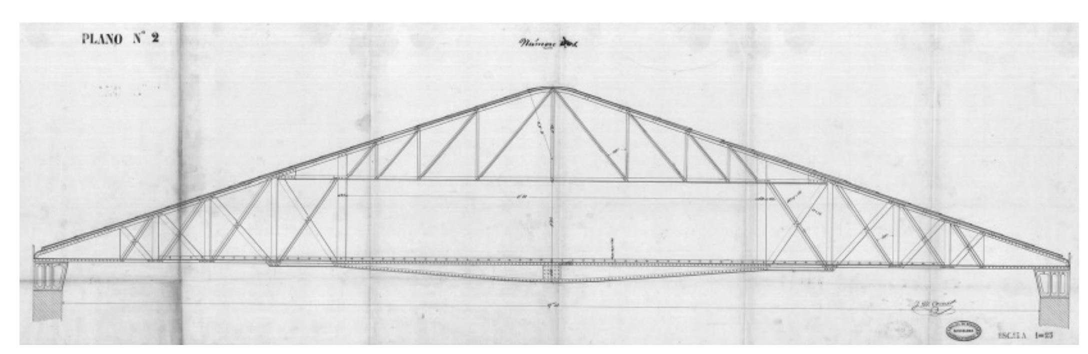


Figura 2
Diseño de cuchillo para el escenario. José María Cornet. 1864. AMVA, T.C., caja 50 (2)

formó de la conveniencia de añadir al contrato ya formalizado las proposiciones de Bergue.[44]

La cercha Polonceau compuesta, con la viga armada en la parte inferior de cada cuchillo como refuerzo, fue la elegida para la configuración de las armaduras de la sala y el escenario (figura 3), olvidándose para esta última parte lo diseñado en un primer momento. De esta forma, la influencia de la construcción francesa queda más que demostrada en el londinense Miguel de Bergue. Tan solo como ejemplo, van a ser las cerchas de tipo Polonceau las que durante la década de los sesenta dominen las páginas de la *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, publicación periódica que influyó sobremanera a arquitectos e ingenieros españoles durante la segunda mitad del siglo XIX. Eso sí, el diseño de armadura que finalmente fue desechado para el escenario sería muy parecido al que en 1863 habían dispuesto Bergue y Boussillon en el Gran Teatro del Liceo, en Barcelona. Tanto la decisión de presentar esta primera opción, elegida en Barcelona, como la de desecharla después, responde al conocido pragmatismo, esta vez sí más relacionado con Inglaterra, que algunos investigadores han visto en el ejercicio de la ingeniería por parte de Bergue (Graus 2016, 130). Aunque al final los trabajos no se llevaron a cabo, solo hay que ver cómo el ingeniero propuso, en 1865, prácticamente el mismo tinglado para el mercado de San José, en Barcelona, que para el proyecto de mercado en el Portugalete, en Valladolid.

Pese a que se tenía previsto cargar todo el material necesario en Liverpool el 15 de mayo, finalmente este se embarcaba un mes más tarde, llegando al puerto de Bilbao a primeros del mes de julio (Virgili y P. Arregui 1998, 51). Por tanto, los plazos de entrega de la armadura ya instalada no se iban a cumplir, aunque de esto ya se debía de ser consciente tras haberse añadido las nuevas cláusulas al contrato. Pese a todo, Bergue todavía indicaba que si en la aduana de Bilbao no existiesen problemas, las obras finalizarían en tiempo (Virgili y P. Arregui 1998, 51). En este caso, suponemos que Bergue se refería a la inauguración del Calderón en el mes de septiembre, ya que aun llevándose un ritmo vertiginoso en los trabajos, como en verdad así sucedió, en esa situación era completamente imposible cumplir con los plazos del contrato.

Una vez la armadura ya en Valladolid,[45] Ortiz de Urbina se encargó de informar, puntualmente, sobre el proceso de montaje. Además, en los primeros días

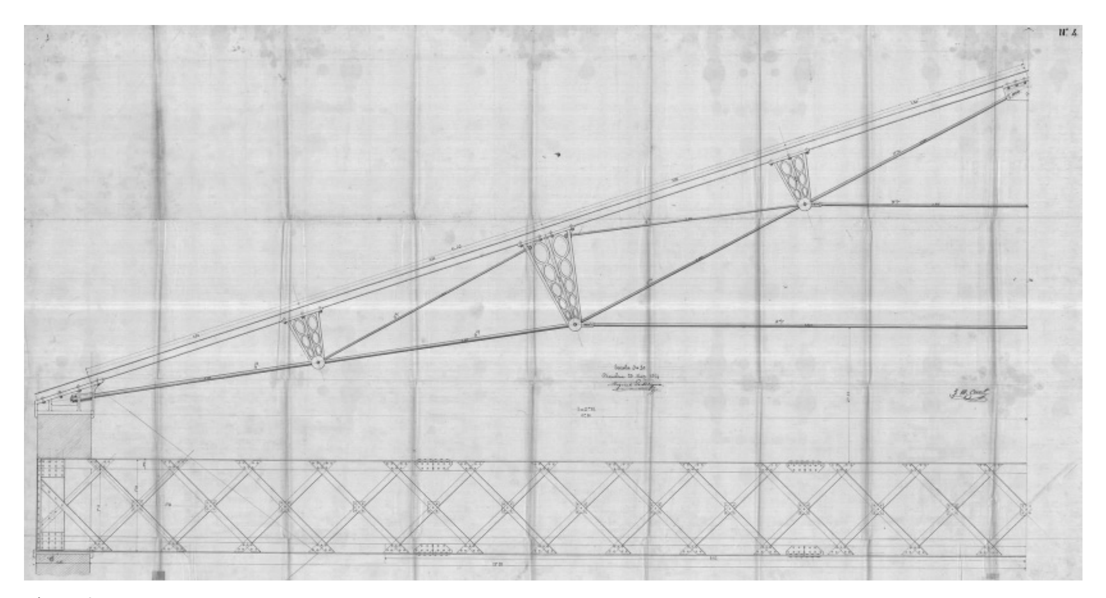


Figura 3
Diseño de cuchillo y viga armada, finalmente modificado, para la zona de la sala y el escenario. Miguel de Bergue. 29 de marzo de 1864. AMVA, T.C., caja 50 (2)

de trabajo el arquitecto también intervino en las operaciones de replanteo (22 de julio).[46] Dos días después, Ortiz de Urbina inspeccionaba, junto al ingeniero designado para el caso, Luis Barnoya,[47] el estado de las obras. Los resultados no fueron satisfactorios, puesto que, además de no iniciarse el montaje a tiempo, algunas de las piezas eran, claramente, defectuosas. Todo esto quedó reflejado en el informe evacuado por el ingeniero.[48]

Días después era el propio Ortiz de Urbina quien informaba de la demora, dejando claro que en ningún caso la responsabilidad era de la sociedad constructora del teatro.[49] Por lo que vemos, Ortiz de Urbina reconocía, abiertamente, la falta de previsión de «Bergue-Boussillon». De hecho, ya había informado del insuficiente personal en la ejecución de los trabajos.[50] Finalmente, se prorrogó la fecha de entrega, pasando del 15 al 30 de agosto (P. Arregui 2005, 1041).[51]

Pese a la prórroga, la conclusión de los trabajos se confirmaba, por parte de Bergue, el 3 de septiembre, faltando tan solo un pequeño trozo (Virgili y P. Arregui 1998, 52). Además, como también refleja un dictamen económico de los años 1863 y 1864 no es cierto que ese día la armadura estuviese completamente lista (Virgili y P. Arregui 1998, 52). A esto se suma un informe de Gándara que deja patente los defectos de la armadura,[52] aunque al poco tiempo el arquitecto volvía a elaborar otro en el que ya sí admitía la subsanación de algunos de estos.[53] Llegados a este punto, es evidente que, entre otras cosas, faltaba la consecución de las pruebas de carga. Por lo tanto, una vez inaugurado el coliseo, el 28 de septiembre de 1864, este funcionó, durante un tiempo considerable, sin haberse realizado cualquier tipo de comprobación o prueba sobre la recién montada armadura (P. Arregui 2005, 1042). Dicha prueba de resistencia se practicó siete meses después de que Cornet hubiese afirmado la conclusión de la misma.[54] El 2 de diciembre de 1864 la junta directiva le autorizaba, junto a Ortiz de Urbina, para realizar las pruebas, una vez instalados también los depósitos de agua y contadores.[55] Sin embargo, no fue hasta el 9 de abril de 1865 cuando ambos dieron a conocer los pertinentes resultados de al menos una de aquellas, afortunadamente a entera satisfacción por ambas partes.[56] Lógicamente, la sociedad constructora del teatro tenía que estar más que satisfecha con la armadura. De hecho, Ortiz de Urbina, como Gándara, ahora sí, solo tuvieron buenas palabras hacia el trabajo realizado por la casa «Bergue-Boussillon». Esto mismo lo demuestra el informe elaborado por Ortiz de Urbina a finales de diciembre de 1865[57] y el firmado por Gándara en enero de 1866 aceptando, definitivamente, la instalación de la armadura.[58] Entre medias una interesantísima relación epistolar que muestra las negociaciones y presiones ejercidas por ambas partes para cobrar (casa «Bergue-Boussillon») y lograr la completa instalación tanto de la armadura como de las bombas y los depósitos de agua (sociedad constructora).

Notas

Esta comunicación se enmarca en el G.I.R. IDINTAR (UVa): «Identidad e intercambios artísticos. De la Edad Media al Mundo Contemporáneo y en el Proyecto de Investigación La materialización del proyecto. Aportación al conocimiento del proceso constructivo desde las fuentes documentales (siglos XVI–XIX)», financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Referencia: HAR2013-44403-9).

1. Sobre el proyecto de mercado puede consultarse Domínguez (2005, 321–328). En 1874, diez años después de la inauguración del teatro Calderón, el Arquitecto Provincial de Valladolid, Adolfo Fernández de Casanova, señalaba cómo los dos únicos ejemplos de cubierta metálica que conocía en la provincia eran la del economato de la estación y la del teatro Calderón (Fernández 1874, 20). A esto habría que sumar las cerchas de tipo Polonceau del depósito de locomotoras (González 1998, 189–99).
2. Según el edicto publicado en la prensa, el mercado se proyectó «bajo el sistema y detalles del Central de París» (Plata 1996, 192).
3. Archivo Municipal de Valladolid, Teatro Calderón, Libro de Actas de la Junta Directiva (en adelante, AMVA, T.C., LAJD), sesión de 19 de agosto de 1863, p. 25.
4. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 11 de septiembre de 1863, p. 29. Doc. cit. en P. Arregui (2005, 1024).
5. Sobre su vida y obra puede consultarse Domínguez (2010).
6. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 15 de febrero de 1864, p. 68. Puede consultarse también P. Arregui (2005, 1016).
7. Debe consultarse también AMVA, T.C., caja 57 (36), 14 de marzo de 1864; 14 de mayo de 1864.
8. AMVA, T.C., LAJD, sesión extraordinaria de 10 de diciembre de 1863, p. 46. Doc. cit. en P. Arregui (2005, 1024).
9. AMTA, T.C., LAJD, sesión de 10 de diciembre de 1863, p. 47.

10. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 25 de diciembre de 1863, p. 52. Doc. cit. en P. Arregui (2005, 1024).
11. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 25 de diciembre de 1863, p. 52.
12. En ese tiempo, también presentaron sus propuestas «Raboucé Hermano y Co.» (Birmingham, Reino Unido) y otra casa francesa, sin identificar (P. Arregui 2005, 1027).
13. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 4 de diciembre de 1863, p. 44.
14. Ibídem.
15. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 21 de diciembre de 1863, p. 52.
16. Ibídem.
17. «Carta Secretario de la Sociedad, D. Gregorio Gutiérrez», AMVA, T.C., caja 45 (3), s.f. Esta carta se debió de enviar entre el 10 y el 17 de diciembre de 1863, fechas, la primera, en que Gándara se comprometió a presentar las condiciones y el plano de la armadura a la junta directiva, y la segunda, momento en que Ortiz de Urbina admitía, ante la misma junta, que ya había recibido el dibujo correspondiente al capitel de las columnas de hierro.
18. «Comunicación de Urbina...», AMVA, T.C., caja 45 (3).
19. AMVA, T.C., caja 57 (36), 24 de diciembre de 1863. Doc. cit. en Virgili y P. Arregui (1998, 49).
20. Ibídem.
21. AMVA, T.C., caja 57 (35), 3 de enero de 1864.
22. Ibídem.
23. Sobre dichos trabajos véase P. Arregui (2005, 1025 y 1027).
24. AMVA, T.C., caja 57 (35), 23 de enero de 1864.
25. Ibídem.
26. Bergue avisaba a la junta directiva de la marcha de Cornet a Valladolid tan solo con los planos, ya que los presupuestos se habían adjuntado a la carta enviada dos días antes, el 23 de enero. AMVA, T.C., caja 57 (35), 25 de enero de 1864.
27. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 28 de enero de 1864, p. 63.
28. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 31 de enero de 1864, p. 64. En esa sesión Cornet se presentó a la junta, siendo, quizás, la primera vez que Ortiz de Urbina y Cornet pudieron dialogar personalmente. Por otra parte, Ortiz de Urbina y no Gándara fue el que llevó a cabo el replanteo general, puesto que días más tarde el primero solicitaba a la junta directiva la contratación de un delineante para que durante un mes le ayudase a realizar tal trabajo. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 15 de febrero de 1864, p. 67. Finalmente, la labor del delineante se dilató hasta el mes de junio. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 25 de mayo de 1864, p. 90.
29. AMVA, T.C., LAJD, sesión extraordinaria de 3 de febrero de 1864, p. 65.
30. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 11 de febrero de 1864, p. 66; sesión de 15 de febrero de 1864, p. 67; sesión de 20 de febrero de 1864, p. 70. Último documento citado en P. Arregui (2005, 1034).
31. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 20 de febrero de 1864, p. 70.
32. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 22 de febrero de 1864, p. 72.
33. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 25 de febrero de 1864, pp. 72 y 73.
34. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 6 de marzo de 1864, p. 74. Al día siguiente, Pérez Calderón y Mambrilla leían las condiciones de contratación ante la junta directiva. Aprobadas el 10 de marzo, a la vez se informaba de la firma del contrato con la casa barcelonesa. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 7 de marzo de 1864, p. 75; sesión de 10 de marzo de 1864, p. 75.
35. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 17 de marzo de 1864, p. 77. Aunque no vamos a centrarnos en el análisis y estudio completo de la armadura, sí advertimos que una vez aprobado el proyecto barcelonés Gándara lo sometió a varias modificaciones, y una de ellas es la que acabamos de citar.
36. La escritura oficial de contrata se halla transcrita en P. Arregui (2005, 1034 y 1035).
37. Se trata de aquellas que se habían enviado a las distintas casas especializadas y que están transcritas en Virgili y P. Arregui (1998, 48 y 49).
38. AMVA, T.C., caja 50 (2), 8 de marzo de 1864. Doc. cit. y parcialmente transcrito en Virgili y P. Arregui (1998, 50 y 51). Existe un borrador de las mismas que, sin firmar, seguramente fue confeccionado por Ortiz de Urbina. Sobre este se realizaron algunas modificaciones, quedando reflejadas en las condiciones firmadas el 8 de marzo de 1864.
39. Virgili y Arregui tan sólo mencionan la fecha de 15 de julio (Virgili y P. Arregui 1998, p. 51), pero igual de importante es la de 15 de agosto para la conclusión definitiva de las obras.
40. AMVA, T.C., caja 50 (2).
41. Ibídem.
42. Ibídem.
43. AMVA, T.C., caja 50 (2), 31 de marzo de 1864. Doc. cit. en P. Arregui (2005, 1036 y 1037).
44. La junta directiva confió plenamente en los técnicos. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 4 de abril de 1864, p. 81.
45. Pérez Calderón comunicaba a la junta directiva la llegada de Cornet a Valladolid y que según este último la armadura había sido cargada en la estación de Bilbao el jueves de esa misma semana Por ello, del «18 al 20 de este mes podrían entrar en la Sala del Teatro á sentar antepechos, tanto el carpintero como el adornista». AMVA, T.C., LAJD, sesión de 9 de julio de 1864, p. 96.

46. AMVA, T.C., caja 57 (35), 22 de julio de 1864.
47. La junta directiva reconocía, al ponerse en contacto con Barnoya, que en Valladolid no había un profesional verdaderamente cualificado que pudiera llevar a cabo un concienzudo examen sobre una obra de tales características (Virgili y P. Arregui 1998, 52). De hecho, recordamos que Barnoya se había convertido en el primer ingeniero industrial titulado en España (Silva 1999, 215). Solo dos días después de recibir el encargo, Barnoya enviaba el certificado de reconocimiento de la armadura. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 24 de julio de 1864, p. 99.
48. AMVA, T.C., caja 58 (6), 24 de julio de 1864. Doc. cit. y parcialmente transcrito en P. Arregui (2005, 1039.
49. AMVA, T.C., caja 57 (35), 2 de agosto de 1864.
50. Así lo había reconocido en la comunicación que presentaba a la junta directiva el 24 de julio. Véase AMVA, T.C., caja 58 (6), 24 de julio de 1864. Gándara se sumó a las opiniones de Ortiz de Urbina y Barnoya, afirmando el 25 de julio que «la armadura de hierro será el único obstáculo para que el teatro no se inaugure en Septiembre, en razón á no poderse decorar la Sala en tiempo y montar la escena» (AMVA, T.C., caja 50 (2), 25 de julio de 1864). Por su parte, Bergue respondió a las quejas con evidente enfado explicando los motivos del retraso. AMVA, T.C., caja 57 (35), 30 de julio de 1864 (doc. cit. y parcialmente transcrito en Arregui 2005, 1039 y 1040).
51. Cornet tuvo muchas dificultades. En este sentido, y aunque también pudiera resultar una excusa con lo que justificar parte del retraso acumulado, Cornet informaba de las diferencias entre las dimensiones que se le habían proporcionado y las reales de los muros entre los que se habría de instalar la primera armadura. Por tanto, Ortiz de Urbina nuevamente tenía que auxiliar a Cornet. En este caso no fue él, sino José Fuentes el que efectuó, junto a Cornet, los cálculos necesarios. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 17 de agosto de 1864, pp. 101 y 102. Fue un tira y afloja, una situación delicada de controlar. Es más, pese a que desde la casa Bergue, días antes de la inauguración del Calderón, se insistía en cobrar el trabajo realizado, Cornet, incluso, puso a disposición de la sociedad constructora los hombres necesarios para que la inauguración se practicase sin problemas. El ofrecimiento de Cornet se aceptó y se le encargó también «como ingeniero mecánico, la dirección de la colocación de la tubería y aparatos en el escenario en sustitución del Director de la Fábrica del Gas que se hallaba enfermo». AMVA, T.C., LAJD, sesión de 24 de septiembre de 1864, pp. 106 y 107. Curiosamente, Cornet no obtuvo la titulación de ingeniero mecánico hasta 1874 –fecha controvertida (Pérez 2007)–, por lo que en ese tiempo estaría aprendiendo la profesión junto a Bergue (Graus 2016, 130). Por otra parte, y con toda lógica, a la casa Bergue le interesaba que la inauguración fuera lo antes posible para cobrar todo lo que se le adeudaba. Es más, estos trabajos extraordinarios de Cornet se convertirían en una de las monedas de cambio a la hora de atenuar la multa por el incumplimiento de los plazos de entrega de la armadura. Sobre el acuerdo al que llegaron Boussillon y Pérez Calderón puede consultarse P Arregui (2005, 1042).
52. Aunque Virgili y Arregui ya hacen constar la existencia de este documento (P. Arregui 2005, 1042) el original se encuentra en AMVA, T.C., caja 50 (2), 12 de septiembre de 1864.
53. AMVA, T.C., caja 50 (2), 18 de septiembre de 1864.
54. Según Arregui, la imposición de la multa a la Casa Bergue por el retraso de la entrega de la armadura, según la escritura, y la inmediata inauguración del teatro habrían retrasado las pruebas necesarias (P. Arregui 2005, 1042).
55. AMVA, T.C., LAJD, sesión de 2 de diciembre de 1864, p. 114. Doc. cit. en P. Arregui (2005, 1042). Ortiz de Urbina había recibido la comunicación de la prueba un par de semanas antes (puede comprobarse en AMVA, T.C., LAJD, sesión de 22 de noviembre de 1864, p. 114).
56. AMVA, T.C., caja 50 (2), 9 de abril de 1865.
57. AMVA, T.C., caja 50 (2), 23 de diciembre de 1865. Una semana antes se acordaba entre Cornet y la junta directiva que Gándara emitiese el nuevo informe sobre la armadura. Al mismo tiempo, a Cornet se le obligaba a arreglar, definitivamente, el asunto de las bombas, también encargadas a la casa Bergue-Boussillon (AMVA, T.C., LAJD, sesión de 15 de diciembre de 1865, p. 154), tema que no abordamos en este trabajo.
58. AMVA, T.C., caja 50 (2), 10 de enero de 1866.

Lista de referencias

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2005. Aproximación a la obra de Jerónimo de la Gándara: dos proyectos inéditos en Valladolid en *BSAA*, LXIX–LXX: 313–331.

Domínguez Burrieza, Francisco Javier. 2010. *El Valladolid de los Ortiz de Urbina: arquitectura y urbanismo en Valladolid (1852–1936)*. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Fernández Casanova, Adolfo. 1874. *Materiales y sistemas de construcción empleados en la provincia de Valladolid y mejoras de que son susceptibles*. Valladolid: Satarén.

González Fraile, Eduardo. 1998. El depósito de máquinas de la estación de Valladolid. En Bores Gamundi, Fernando (ed.) *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción: A Coruña, 22–24 de octubre de 1998*, editado por Fernando Bores Gamundi. 189–199. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Graus, Ramón. 2016. Michel de Bergue, Josep Maria Corte i Mas, Joan Torras Guardiola: tres pioneros de las estructuras metálicas en Cataluña. En *De Re Metallica: ingeniería, hierro y arquitectura*, editado por Pedro Navascués y Bernardo Revueta. 127–140. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

P. Arregui, Juan. 2005. *Material Intrahistory and Stage Practice of the Nineteenth-Century Bourgeois Theater. The Testimony of the Theater Calderon de la Barca: Valladolid: 1863–1900*. UMI-Pro Quest Ann Arbor (USA).

P. Arregui, Juan. 2009. *Valladolid y el teatro ante la expectative burguesa: contexto y proceso*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Pérez i Núñez, Albert. 2007. Josep Maria Cornet i Mas, director de la *Maquinista terrestre y marítima*. En *X Congrés d'Història de Barcelona-Dilemes de la fi de segle, 1874–1901 Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona,* celebrado del 27 al 30 de noviembre de 2007. Ayuntamiento de Barcelona: Instituto de Cultura.

Plata, Juan de la. 1996. *Cinco siglos de teatro en Jerez. Cronología histórica, siglos XVI–XX*. Jerez de la Frontera: Al-Andalus.

Prieto González, José Manuel. 2004. *Aprendiendo a ser arquitectos. Creación y desarrollo de la Escuela de Arquitectura de Madrid (1844–1914)*. Madrid: CSIC.

Silva Suárez, Manuel. 1999. *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española*. Zaragoza: Institución «Fernando el Católico».

Virgili Blanquet, M.ª Antonia y P. Arregui, Juan. 1998. El teatro Calderón de Valladolid. En *El Noble y Leal Teatro Calderón de la Barca*. 33–142. Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid.

Las primeras patentes depositadas en España que desarrollaron la prefabricación y la industrialización en el hormigón armado: 1886-1906

Francisco José Domouso de Alba

Las patentes de hormigón armado

El hormigón armado nace en el siglo XIX como una invención, y las invenciones en la segunda Revolución Industrial fueron la razón de ser de las patentes. [1]

Las patentes tuvieron una gran importancia en el desarrollo inicial del hormigón armado por dos motivos fundamentales: el producto y el negocio.

Por un lado, el producto. Las patentes ofrecían uno que funcionaba. Las primeras estructuras o aplicaciones de hormigón armado no se calculaban y construían siguiendo una reglamentación, se compraban. Y el resultado de esta compra solía ser en la mayoría de los casos satisfactorio para el uso demandado. Las patentes vendían sistemas estructurales cuyo funcionamiento estaba corroborado por la experiencia, pero con escaso o nulo soporte científico, o al menos eso parecía.[2]

Por otro lado, el negocio. El negocio es la principal razón de ser de las patentes. Esta ha sido la primera vez en la historia de la construcción que la invención de un material permitía ganar dinero a gran escala a sus explotadores, que eran muchos. Y lo permitió porque el desarrollo de la segunda Revolución Industrial afianzó las bases jurídicas de la protección intelectual, y porque el hormigón armado, como veremos más adelante, era necesario inventarlo. Además, el mercado al que accedía era prácticamente ilimitado. Será, desde este momento, el material estructural más extendido, aplicándose a construcciones y objetos de todo tipo.

En poco tiempo los emprendedores, inventores, constructores, arquitectos e ingenieros vieron la posibilidad de conseguir un beneficio económico vendiendo sistemas estructurales de hormigón armado, completos o parciales, cuyo funcionamiento interno solo conocían o intuían ellos.

Las patentes sirvieron para costear la prueba-error de un sistema constructivo con escaso soporte teórico en sus primeros momentos.[3] Pero también para financiar un modelo publicitario basado en mostrar las virtudes del material a base de ensayos de todo tipo, de pruebas de carga imposibles, de resistencia a fuego, etc. Estos ensayos, documentados con abundante información gráfica (fotografías y planos),[4] y certificados por los científicos o técnicos de la época vinculados (o no) a la patente, eran la mejor tarjeta de presentación para conseguir futuros clientes.

España se incorporó a la técnica del hormigón armado con más de dos décadas de retraso respecto a Francia o Alemania. En 1890, en Europa, se construían ya estructuras de hormigón armado de cierta envergadura y complejidad. En España hubo que esperar hasta 1893 para la primera obra en hormigón armado, que fue un sencillo depósito descubierto en Puigverd (Lérida), ejecutado por el ingeniero militar Francesc Macià con patente Monier.

En 1898, de la mano de Hennebique, se empezó la construcción de los dos primeros edificios con estructura de hormigón armado en España. Fueron dos obras puntuales, con proyectos importados de Fran-

cia, pero necesarias para introducir de manera definitiva el nuevo material.

En paralelo, en París, se estaban edificando en hormigón armado la mayoría de los pabellones de la Exposición Universal de 1900[5]. En el cambio de siglo, las construcciones de hormigón armado habían alcanzado ya la madurez proyectual y técnica en Europa.

A pesar de esta incorporación tardía, se puede constatar por las obras ejecutadas que, en un periodo corto de tiempo, entre 1900 y 1906, se alcanzó en España prácticamente el mismo nivel técnico y constructivo que tenían el resto de los países que fueron pioneros en el empleo del hormigón armado.

Las patentes fueron fundamentales en el desarrollo inicial del hormigón armado en España: ofrecían un producto que funcionaba. Las primeras estructuras de hormigón armado no se calculaban y se construían siguiendo una reglamentación, se compraban. Y el resultado de esa «compra» solía ser, en la mayoría de los casos, satisfactorio. Las patentes vendían sistemas estructurales cuyo funcionamiento estaba corroborado por la experiencia y la pericia de su inventor.

Las patentes sobre cemento y hormigón armado depositadas en España entre 1884 y 1906 fueron uno de los factores que proporcionaron a los técnicos y a las empresas españolas una pericia constructiva sólida en el empleo del hormigón armado (Domouso 2016), y fueron una de las razones constructivas que explican su rápida evolución e implantación en un periodo de tiempo breve: 1900-1906.

Las primeras patentes de hormigón armado depositadas en España que ayudaron a desarrollar la prefabricación y la industrialización en el hormigón armado

El número de patentes depositadas en España vinculadas al hormigón armado en el periodo 1884-1906 asciende a 114. Entre ellas destacan 11 que ayudaron a desarrollar la prefabricación y la industrialización del hormigón armado. Son las primeras referencias a la prefabricación y a la técnica del hormigón pretensado en España.

Análisis constructivo

Las patentes que aportan conocimiento relevante en la prefabricación y la industrialización del hormigón

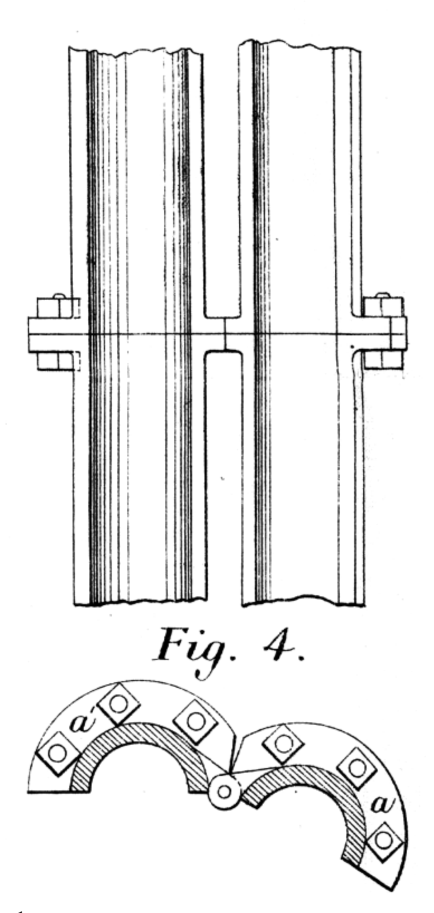


Figura 1
Wilson, patente española número 5787, detalle plano 1/5, 1886

armado se sitúan en dos franjas temporales que se corresponden con el inicio y el final del periodo estudiado.

Aunque proporcionalmente son pocas (11 sobre 114, solo suponen el 9,6% del total), está clara polarización temporal permite distinguir su importancia relativa para el hormigón armado en España. Cabría esperar que el concepto de prefabricación e industrialización tardara en plasmarse en las patentes, ya que implica una industrialización y una tecnificación ma-

Año	Nº de patente	Título	Inventor	País de origen
1886	5787	Perfeccionamientos introducidos en la fabricación de toda clase de postes, columnas, pilares, tubos y demás objetos análogos, propios para ferrocarriles, construcciones y otros usos	Wilson, David	Reino Unido
1886	6156	Perfeccionamientos introducidos en las traviesas para ferrocarriles, recipientes de todas clases y construcciones en general de hierro y cemento	Monier, Joseph	Francia
1891	12301	Objetos de materia plástica, con armazón metálica, compuesta de tejidos de alambre u otros	Cottancin, Paul	Francia
1900	25990	Un nuevo resultado industrial que consiste en un sistema de construcción en hormigón de cemento armado, particularmente aplicable a los muros de sostén de los muelles de carga de las vías férreas y demás	Hennebique, François	Francia
1901	28475	Perfeccionamientos en la construcción de pisos de hormigón armado	Parcy, Paul Victor	Francia
1903	31097	Una viga de celosía	Visintini, Franz	Suiza
1903	31622	Un nuevo sistema de bloques y dovelas de argamasa o cemento armado para toda clase de construcciones	Isoard, Denis	Francia
1904	33301	El procedimiento para preparar piezas para construcción, moldeados por presión formados con pasta-mortero u hormigón de cemento hidráulico y reforzadas con armaduras metálicas exteriores atirantadas o sin atirantar	Granda Callejas, Bernardo de	España
1906	37371	Una construcción de hormigón armado	Lavanchy, Oscar	Suiza
1906	38624	Un techo de hormigón armado	Bayer, Hans	Alemania
1906	39541	Un sistema de construcción de hormigón armado con armaduras rectas de tracción sobreextendidas	Sacrez, Edmond Joseph	Bélgica

Tabla 1
Patentes que ayudaron a desarrollar la prefabricación y la industrialización del hormigón armado

yor que la necesaria para las realizaciones de hormigón in situ. Sin embargo, en los años iniciales del periodo estudiado ya se plantean propuestas de cómo usar la prefabricación en hormigón armado.

Cuando se analiza la procedencia de estas patentes se aprecia que, aunque estas provienen de cinco países (Reino Unido, Francia, España Bélgica y Suiza), la mayoría son de origen francés (prácticamente el 50%).

Una de las primeras patentes seleccionada, la de Wilson de 1886, tiene por objeto la fabricación de tubos, representando y describiendo un desarrollo muy elaborado de moldes y sistemas de desmoldeo.

Como puede apreciarse la definición es muy exhaustiva y de carácter técnico, acorde a las mejores definiciones industriales de la época. El objeto de la patente no es estructural, sino que tiene como finalidad la sustitución de tuberías de acero por otras de cemento armado.

La primera patente en la que aparece la intención de resolver las juntas constructivas entre piezas, que es sin duda uno de los aspectos más relevantes a solucionar en un sistema de prefabricación de hormigón, es la de Cottancin de 1891. En mi opinión, su aportación más importante es la propuesta que realiza para las uniones entre piezas.

El primer elemento que encontramos con un claro carácter estructural es la patente de Hennebique de 1900, «Un nuevo resultado industrial que consiste en

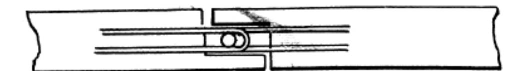


Figura 2
Cottancin, patente española número 12301, detalle plano 1/1, 1891

un sistema de construcción en hormigón de cemento armado, particularmente aplicable a los muros de sostén de los muelles de carga de las vías férreas y demás». En ella se patenta un muro de hormigón armado prefabricado para resolver el empuje de tierras en el salto que se produce en los andenes de las estaciones de ferrocarril. El muro prefabricado incorpora un rail metálico para evitar que se desportille la cabeza de hormigón por el impacto de los vagones a su paso por el andén.

Hennebique, al contrario que Cottancin, no define las uniones entre muros, pero sí proyecta una forma que responde a las acciones a las que está sometida la pieza.

Sin embargo, la realización de este elemento tridimensional requeriría un tipo de molde muy complejo además de un sistema de desmolde muy laborioso que parece que no se ha tenido en cuenta en la elaboración de la propuesta. Tampoco se contempla algún sistema de guía de montaje o de agarre para elevar o manipular los muros.

Al año siguiente, en 1901, Parcy presenta una patente que tiene por objeto la construcción de losas

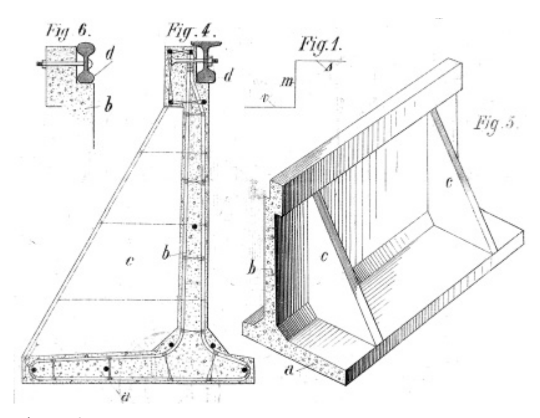


Figura 3
Hennebique, patente española número 25990, detalle plano 1/1, 1900

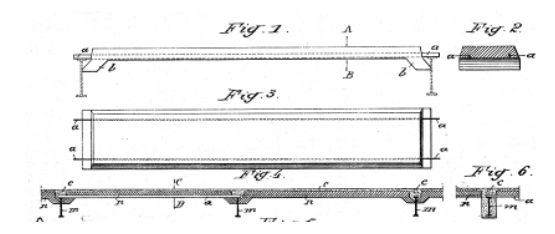


Figura 4
Parcy, patente española número 28475, detalle plano 1/1, 1901

prefabricadas. Proyecta unas placas de pequeño espesor de hormigón prefabricado apoyadas entre vigas metálicas. Parcy, al contrario que Hennebique, tiene muy en cuenta la unión entre placas, que hace coincidir con las vigas metálicas, generando una junta abierta que se hormigona in situ junto a la capa de compresión que da cohesión al conjunto.

Resolver las uniones entre piezas es fundamental en un sistema prefabricado y Parcy detalla los encuentros de forma que queda claro el proceso constructivo y de montaje.

En esta patente no se dibujan las armaduras, que se entiende que irán en función del cálculo, sino que se centra en la clave de la prefabricación que son las juntas, la forma adecuada para la correcta extracción de las piezas de los moldes y su manipulación posterior. Por tanto, muestra las piezas en sus aspectos constructivos. Estos elementos, aunque espaciales, están diseñados para apilarse y transportarse sin grandes problemas. Su dimensión es adecuada al manejo de los medios auxiliares de la época. La realiza-

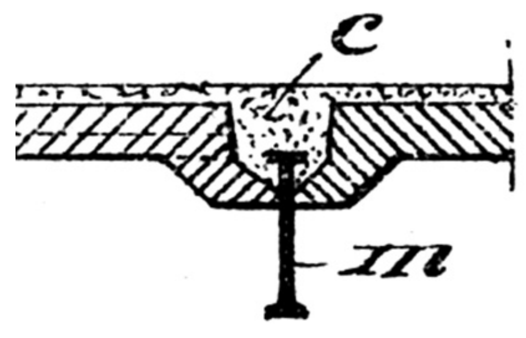


Figura 5
Parcy, patente española número 28475, detalle plano 1/1, 1901

ción de esta estructura parece insinuar o apuntar el futuro desarrollo de estructuras mixtas de hormigón y acero.

En 1903 se depositó una patente relevante para la prefabricación. Se trata de una cercha prefabricada de hormigón proyectada por Visintini, arquitecto suizo. Presenta tres variantes: la cercha Warren, la cercha Pratt y una cercha en celosía o doble Warren.

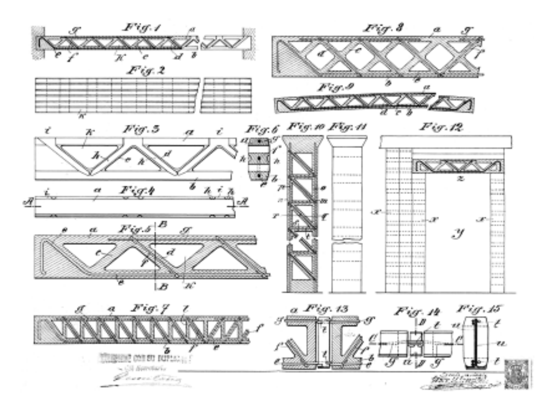


Figura 6
Visintini, patente española número 31097, plano 1/1, 1903

Los elementos de la cercha que se supone que trabajan a tracción van armados, y los que se supone que trabajan a compresión no tienen ninguna indicación de armado. Aunque desde el punto de vista conceptual el planteamiento es correcto, lo que nos da a entender es que Visintini no previó la alternancia de cargas ni los estados intermedios de esfuerzos generados durante el proceso de montaje, como por ejemplo una grúa que las elevara de unos puntos muy diferentes a los previstos para los apoyos, con lo que las vigas trabajarían al revés, y nos encontraríamos con barras a tracción sin armadura. Por tanto, aunque la propuesta de cerchas prefabricadas es un avance interesante, que será elaborado con más detalle en años posteriores (Domouso 2011, 239-335), la propuesta de esta patente no ha tenido en cuenta algo tan fundamental como su montaje en obra.

El mismo año, 1903, Isoard presenta otra patente que recoge un forjado prefabricado junto a un conjunto de piezas heterogéneas (como es, por ejemplo, un sistema de muro armado de diferentes espesores).

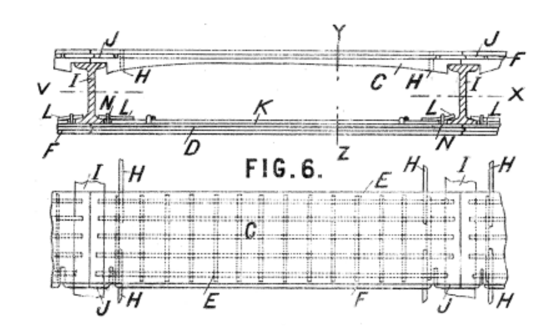


Figura 7
Isoard, patente española número 31622, forjado prefabricado, detalle plano 1/1, 1903

Esta patente, aunque posterior a la de Parcy, no acomete casi ninguno de los aspectos importantes de la prefabricación: facilidad de fabricación, moldeo y desmolde, uniones, montaje, cohesión de las piezas una vez colocadas, etc.

En 1905, Lavanchy, de origen suizo, depositó una patente de vigas y forjados prefabricados. Esta muestra reflexiones interesantes en la línea de las que realizaban los principales tratadistas del momento.

En primer lugar, realiza una reflexión sobre la necesidad de fortalecer la rugosidad entre el hormigón y el acero, de forma que se garantice una mayor adherencia entre ambos materiales, y que esta sea más duradera. En los dibujos aparecen con claridad los redondos de acero, que podrían ser de hierro dulce, enlazados como si fueran cadenas.

Parece evidente que la armadura no se coloca de manera adecuada, pero resulta interesante la propuesta sobre el armazón. Asimismo, desarrolla varias propuestas mediante la inclusión de mallas metálicas como armado. Esta patente, a pesar de ser posterior,

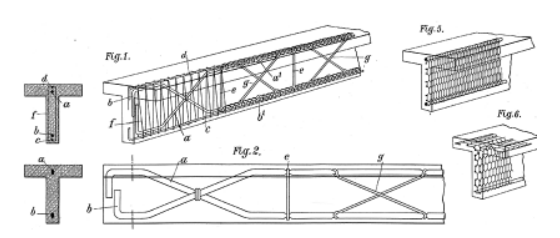


Figura 8
Lavanchy, patente española número 37371, disposición de armadura, detalle plano 1/1, 1906

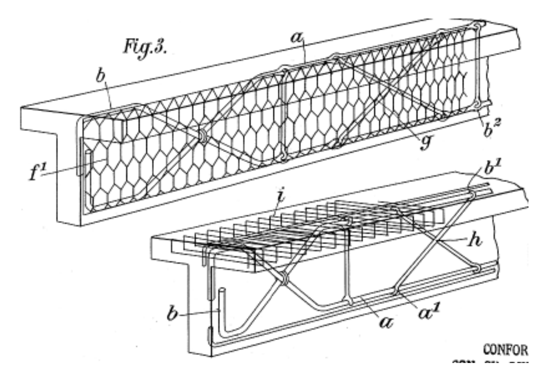


Figura 9
Lavanchy, patente española número 37371, disposición de armadura, detalle plano 1/1, 1906

es menos avanzada técnicamente que la de Parcy; muestra desconocimiento estructural y no plantea la mayoría de los problemas sustanciales de la prefabricación.

A pesar de todo, esta patente sí que presenta unas tipologías que posteriormente serán de uso habitual en la prefabricación. Intuye una tipología de forjado, a base de T y T invertidas que será desarrollada profusamente en años posteriores.

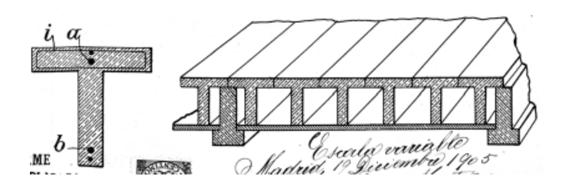


Figura 10
Lavanchy, patente española número 37371, tipología de forjado, detalle plano 1/1, 1906

Las dos primeras patentes de hormigón pretensado: 1904 y 1906

Se depositaron dos patentes, en mi opinión, pioneras en la disciplina del hormigón pretensado: la patente del ingeniero de caminos español Bernardo de Granda y Callejas (1904) y la patente del ingeniero belga Edmond Joseph Sacrez (1906).

La primera patente es de Granda y Callejas, ingeniero de caminos, profesor de materiales de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid. En ella se adivina por primera vez en España el concepto de pretensado que más adelante desarrollará Freyssinet junto a otros autores.

Bernardo de Granda y Callejas fue profesor de Mecánica Aplicada en la primera década del siglo XX y, posteriormente, de Resistencia de Materiales, clase que impartiría durante toda su carrera docente (Fraile Mora 2003). En 1940 fue nombrado por Franco presidente del Consejo de Obras Públicas a propuesta del ministro del ramo Alfonso Peña Boeuf.

Autor de varias publicaciones docentes, destaco su clásico y constantemente reeditado *Materiales aglomerantes. Exposición elemental*[6] (De Granda y Callejas, 1904), libro de cabecera de muchos ingenieros de caminos y arquitectos en España.

A pesar de no tratar como material el hormigón armado (solo menciona «los morteros o los hormigones, con los materiales ferrosos convenientemente dispuestos, dan origen al hormigón armado»), el conocimiento que el autor tenía de los cementos era importante.

El conocimiento de los cementos artificiales es ya muy amplio y se estudian en profundidad en la Escuela de Caminos. El principal cemento artificial estudiado es el Portland (De Granda y Callejas, 1904, 65-117), explicándose con todo detalle su proceso de fabricación e ilustrándose con la maquinaria necesaria para dicho proceso.

En este manual se destacan tres aspectos, que bien, sin tener un amplio desarrollo, resultan de especial importancia para el hormigón armado (De Granda y Callejas 1904, 115-117):

- Adherencia: la adherencia de los morteros de cemento con los materiales de construcción sigue siendo una asignatura pendiente o al menos poco estudiada. Este es un apartado breve (De Granda y Callejas 1904, 115-116) es donde se hace referencia a las conclusiones de Coignet y Tedesco o de Bauschinger. Según Coignet y Tedesco, la adherencia entre el cemento Portland y el árido (o las «piedras», como indica textualmente De Granda) es de 25 kg/cm^2. Según Bauschinger, la adherencia de los morteros de cemento Portland con el hierro es de 40 kg/cm^2.
- Estabilidad de volumen: se indica que los cementos Portland de buena calidad no ven afec-

tado su volumen por las variaciones de humedad, sequedad, frío o calor. Se hace referencia a que responden a la ley física de la dilatación y que su coeficiente es igual al del hierro, si se trata de pastas (cemento con agua), e inferior si son morteros (cemento con arena).

– Resistencia a las influencias atmosféricas: los morteros de cemento Portland no son heladizos y pueden someterse a saltos térmicos importantes de temperatura sin que sufran alteraciones de resistencia.
– Hormigones (De Granda y Callejas 1904, 195): definición del hormigón (o «nuégado» o «derretido de piedras»): es una fábrica compuesta por mortero ordinario o hidráulico y piedra partida o canto rodado de dimensiones máximas 0,06 o 0,07 m. Se emplea el hormigón en masa principalmente en cimentaciones y grandes macizos, ejecutándose por capas sucesivas.

En 1904, Granda y Calleja depositó la patente número 33301, «El procedimiento para preparar piezas para construcción, moldeados por presión formados con pasta-mortero u hormigón de cemento hidráulico y reforzadas con armaduras metálicas exteriores atirantadas o sin atirantar».

El objeto de la patente son viguetas transportables de hormigón de cemento con armaduras metálicas «atirantadas» previamente. En mi opinión el autor quiere patentar una idea o concepto más que un sistema constructivo. Tiene carácter de ejercicio teórico más que de invención con fines comerciales. Propone 12 soluciones formales de diferentes de vigas y dos soluciones de losas. Las propuestas formales, salvo una de losa, no aportan novedad y varias son réplicas de perfiles metálicos, pero por primera vez aparece un gato o mandril para tensar los redondos antes del fraguado.

Esta patente no tuvo curso, posiblemente por lo insólito de la propuesta para un temprano 1904, aunque, en mi opinión, esta puede ser una de las primeras referencias conocidas de hormigón pretensado.

En la memoria de la patente se indica que la armadura metálica se «atirantará» de manera que «las tensiones que nazcan influyan de modo favorable en la repartición de las acciones mecánicas y deformaciones que las viguetas puedan sufrir cuando estén puestas en obra». Las armaduras pretensadas se mantienen en tensión durante el fraguado de las viguetas. La patente no aporta datos de cálculo, pero describe con acierto el funcionamiento estructural de la pieza y las consecuencias favorables para la misma de la aplicación del «atirantado» previo de las armaduras.

Aunque la patente es parca en su definición técnica, considero que la aparición del concepto de pretensado en esta época, 1904, es un hecho relevante

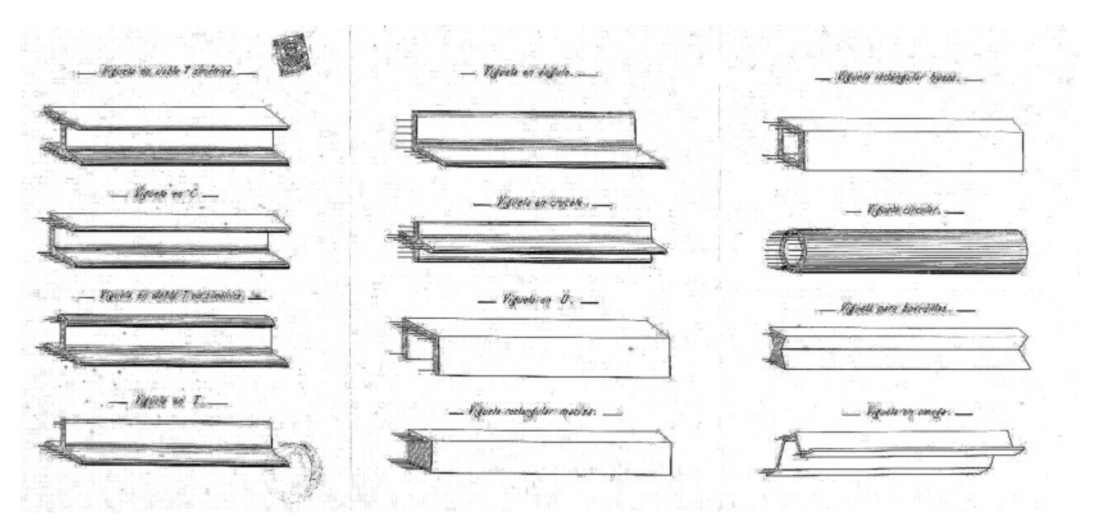


Figura 11
Granda Callejas, patente española número 33301, plano 1/2, 1904

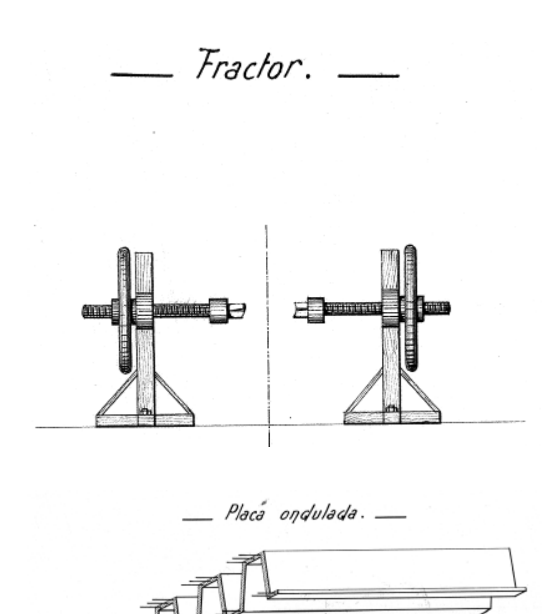


Figura 12
Granda Callejas, patente española número 33301, definición de elementos de tesado en vigas y losas prefabricadas de hormigón, detalle plano 2/2, 1904

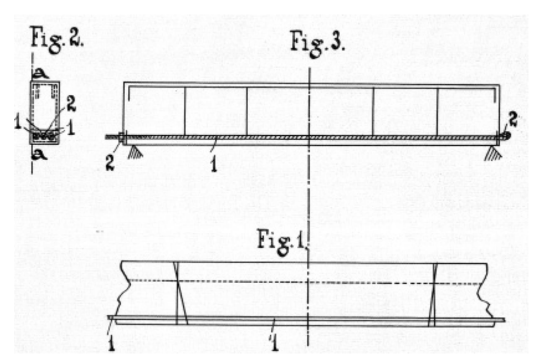


Figura 13
Sacrez, patente española número 39541, detalle plano 1/1, 1906

desde el punto de vista técnico, además de suponer una novedad de la que no se tenía noticia.

La segunda patente de hormigón pretensado la deposita el ingeniero belga Edmond Joseph Sacrez en 1906, con número 39541, «Un sistema de construcción de hormigón armado con armaduras rectas de tracción sobre extendidas». Esta patente no fue puesta en práctica. De manera escueta y sencilla, introduce el concepto de pretensado. Se dice textualmente en la memoria: «Barras rectas, fuertes y numerosas que se ponen en tensión antes del hormigonado».

Al contrario que en la patente de Bernardo de Granda y Callejas, Sacrez sí parece que tiene experiencia en lo que está definiendo y destaca un punto esencial del pretensado: «Un elemento que genera una compresión desde sus dos extremos».

Es significativo que explique el apoyo de forma que toda la tracción va por las fibras inferiores, donde aplica la fuerza de compresión. También es significativo que dibuje la armadura de compresión y los estribos, y que en la parte inferior del plano represente las gráficas de tensiones en las secciones.

La patente, sin embargo, es escasa en la definición de su proceso constructivo. Si las barras se ponen en tensión antes del hormigonado, el mandril necesitaría un anclaje firme, y el dibujo solo muestra un sistema de tuerca y contratuerca que trasmite la compresión a la propia viga antes de hormigonarse. El sistema así representado podría quizá funcionar como postesado, pero nunca como pretensado. En el primer caso necesitaría unas vainas y una mayor complejidad, pero al menos transmitiría las fuerzas al hormigón. Si prescindimos de ese análisis y damos por bueno que el sistema se anclaría a una base resistente para tensarse (en cuyo caso el sistema de tuercas sería innecesario), por lo menos se conseguiría una mayor adherencia entre el hormigón y el acero como consecuencia de las muescas del conformado como tornillo de la barra.

Sacrez está considerado uno de los pioneros del hormigón pretensado junto a Doehring y Cenen en Alemania, Lund en Suecia y Jackson y Steiner en Estados Unidos (Kind-Barkauskas, Causen, Polonia, Brandt, 2002). Habrá que esperar hasta 1928, momento en el que se inicia el desarrollo moderno del hormigón pretensado de la mano del ingeniero francés Eugène Freyssinet, que empezó usando como armadura para el pretensado alambres de acero de alta resistencia con un límite elástico de más de 12.600 kg/cm².

A pesar de las matizaciones que se puedan hacer desde la distancia temporal, la patente de Sacrez es

excelente y muy didáctica desde el punto de vista de la explicación del comportamiento estructural del resultado de la misma. En ella se recogen las siguientes reflexiones sobre el comportamiento del hormigón armado pretensado:

- El hormigón y el metal tienen coeficientes de elasticidad muy diferentes.
- La fibra neutra se encuentra siempre por encima de la altura media de la sección de la pieza con relación a las barras de tracción.
- A una determinada «altura de la pieza» (sección transversal), no responde más que una sola carga máxima y una sola proporción económica, capaces de hacer trabajar simultáneamente la armadura extendida y el hormigón a su límite extremo.
- El trabajo a compresión de la armadura, en piezas de grandes proporciones, no resulta económica.
- La posición de la fibra neutra será variable en función de los esfuerzos de pretensado y geometría de la pieza.

Se explica el comportamiento de la viga pretensada una vez puesta en carga y las ventajas que supone para la eficacia del trabajo del hormigón y de la armadura. Se establece que la longitud de las barras de la armadura, una vez aplicado el tesado, será L = L + (L*k) / 20.000, siendo L la longitud inicial de las barras y k el «peso en kilogramos por milímetro cuadrado de sección de barra» que se aplicará como tesado. Una vez hormigonada la viga y fraguado el hormigón, se sueltan las «2 grapas» extremas. La adherencia de la armadura al hormigón circundante hace que el conjunto se equilibre en un punto intermedio.

El primer forjado colaborante

La patente de 1906 del ingeniero alemán Hans Bayer es modélica desde el punto de vista de la aportación tipológica a los forjados colaborantes construidos con vigas prefabricadas y hormigonados de pequeño espesor in situ.

Es la única patente de las 114 estudiadas que contempla un sistema de estructura «colaborante». La patente se denomina «Un techo de hormigón armado» y fue puesta en práctica en Madrid en 1908.

Desde el punto de vista geométrico, el diseño de las vigas prefabricadas es excelente, previendo la necesaria continuidad del hormigonado in situ para que este cumpla una función estructural. Desde el punto de vista del comportamiento estructural del conjunto, Bayer describe de forma gráfica y con acierto las ventajas de un forjado colaborante.

La representación gráfica de la patente, en perspectiva axonométrica, es excelente, incluyendo además la justificación gráfica de las ventajas del trabajo estructural del hormigón vertido in situ. El cálculo del reparto de las tensiones que realiza Bayer justifica esta solución. Se compara gráfica y matemáticamente el reparto de tensiones de una solución teórica de viga prefabricada de sección en T, autoportante y resistente, con la patentada, donde colabora estructuralmente la

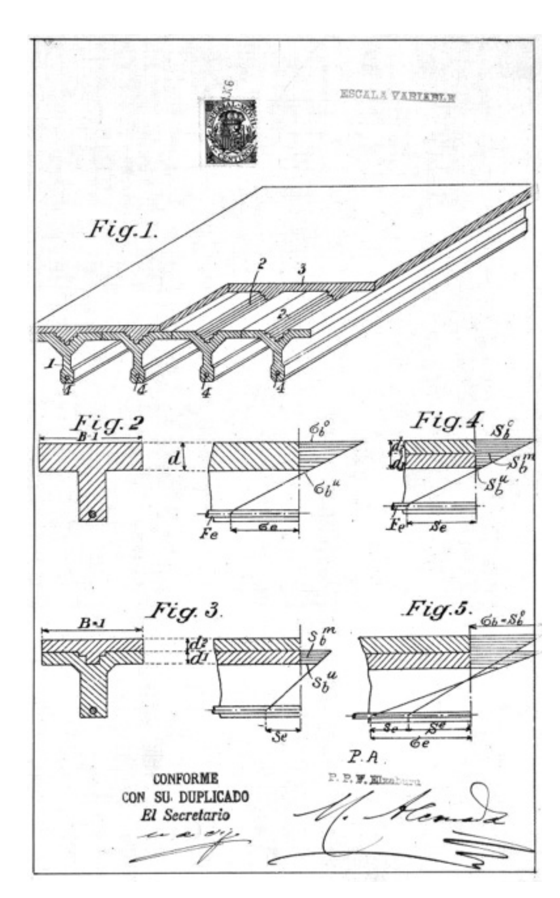


Figura 14
Bayer, patente española número 38624, plano 1/1, 1906

capa de hormigón ejecutada in situ. La solución aporta la novedad de que la capa superior de hormigón in situ colabora con la cabeza de compresión de la viga. De esta manera, la viga puede ser más ligera que en la solución de vigas autoportantes de sección en T. El autor demuestra de manera gráfica y matemática la ventaja de esta solución, en la que la cabeza de compresión está formada por el ala superior de la viga prefabricada y la capa hormigonada in situ.

En mi opinión, la puesta en práctica de esta patente aportó un conocimiento nuevo a las técnicas de hormigón armado empleadas en la época en España y, sobre todo, abrió las puertas a las tipologías mixtas de estructuras colaborantes que tanto desarrollo tuvieron posteriormente.

Conclusión

La prefabricación en hormigón armado está presente en las patentes depositadas en España en el periodo 1886 a 1906. El 50% de las patentes vinculadas a la prefabricación son francesas. Este hecho es beneficioso para España, ya que la transferencia de tecnología y conocimiento se realiza desde el país con mayor desarrollo en prefabricación de Europa.

Las patentes de sistemas y elementos prefabricados aportaron al sector de la construcción conocimiento y procesos de fabricación complejos, e hicieron que los técnicos se planteasen desde el primer momento problemas como la continuidad entre elementos prefabricados, su comportamiento estructural, la disposición de las armaduras, etc.

Estas patentes aportaron tipologías estructurales nuevas, como los forjados colaborantes o técnicas desconocidas y poco divulgadas hasta el momento como el pretensado. Esta aportación fue fundamental para la evolución constructiva del hormigón armado en España y el desarrollo futuro de sus aplicaciones. En este sentido, destaca como novedad la figura de Bernardo de la Granda y Callejas, que patenta el primer sistema de hormigón pretensado español y posiblemente uno de los primeros del mundo.

Notas

1. Patente de invención. 1. f. Documento en que oficialmente se le reconoce a alguien una invención y los derechos que de ella se derivan. Definición contenida en la edición número 23 (octubre de 2014), del Diccionario de la Real Academia Española.
2. En distintos momentos de esta investigación veremos que las patentes no solían ofrecer métodos de cálculo o indicaciones de los mismos. Esto alimentó en la época la creencia de que los sistemas patentados se basaban en cálculos empíricos. En muchos casos era cierto, pero no en otros como, por ejemplo, el caso de Hennebique, no es que fueran empíricos, es que no se recogían en las patentes.
3. Los derechos de explotación de una patente oscilaban entre el 15% y el 20% del coste total de la estructura.
4. Pionera en este sentido fue la revista *Le Béton Armé*, publicación mensual de carácter técnico y documental de la organización Hennebique. Fundada en 1898, fue un referente técnico y teórico de los primeros años del hormigón armado, además de ser el primer soporte gráfico profesional de obras en general y edificios. En la línea de la calidad de difusión de Hennebique, las fotografías de las realizaciones en hormigón armado publicadas en la revista estaban muy cuidadas y realizadas por fotógrafos profesionales. Se inició una tendencia gráfica que en algún momento se denominó como la imagen del hormigón, que dura hasta nuestros días.
5. La Exposición Universal de París de 1900 consagra al hormigón armado como nuevo material de construcción. Fue el material más empleado en las estructuras de los pabellones y los puentes ejecutados. Se hizo una gran propaganda de las bondades del hormigón armado y de sus posibilidades, encabezada, cómo no, por Hennebique.
6. Bernardo De Granda y Callejas, ingeniero de caminos, fue profesor de Materiales de construcción de la Escuela especial del Cuerpo. A pesar de su modestia «[…] he de consignar que ni en este volumen ni en los otros dos que, unidos a él, forman la asignatura de Materiales de construcción, se encontrará ninguna idea ni procedimiento debido al autor, cuyo único objeto ha sido reunir las materias tratadas por los demás libros o revistas y recopilarlas dándoles unidad», en este tratado demuestra que es un gran conocedor de los cementos artificiales y los hormigones, a los que dedica sendos capítulos.

Lista de referencias

De Granda y Callejas, B., 1904. *Materiales aglomerantes*, Madrid: Ed. Establecimiento tipográfico de Idamor Moreno.

Domouso de Alba, F., 2016. «La introducción del hormigón armado en España: razón constructiva de su evolución

(las primeras patentes de hormigón armado en España: 1888-1906)». Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Madrid.

Domouso de Alba, F., 2011. Los modelos de puentes económicos de hormigón armado para caminos vecinales de Juan Manuel de Zafra y Esteban. En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Santiago de Compostela 26-29 octubre 2011, editado por S. Huerta, I. Gil Crespo, S. García, M. Taín, 329-335. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Fraile Mora, J., 2003. *Evolución histórica, enseñanza, planes de estudio y profesorado de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Kind-Barkauskas, Kauhsen, Polónyi, Brandt, 2002. *Concrete Construction Manual*. Berlin: Ed. Walter de Gruyter GmbH & Co.KG.

Los sistemas de iluminación de los faros de la Antigüedad. El faro helenístico de Alejandría

Manuel Durán Fuentes

En estos últimos años ha habido un interés creciente sobre la existencia de máquinas en la antigüedad clásica para la producción de trabajos que sustituían a la fuerza humana o animal, a raíz del hallazgo de restos arqueológicos que lo demuestran. Ya se conocen bastantes máquinas de época romana accionados por energía hidráulica, que ponen en duda la teoría de que la 'abundante' mano de obra esclava disponible fue un impedimento para la maquinización de los procesos productivos. Unos buenos ejemplos son el complejo molinero de Barbegal, cerca de la ciudad francesa de Arlés, descubierto desde antiguo pero que hasta 1940 no fue reconocida su función (Leveau 2007, 185–99), o los aserraderos de piedra de Gerasa (Jordania) identificado en 2002 (Seigne 2007, 243–57), y de Éfeso (Turquía) estudiado en 2007 (Mangartz 2007, 235–427). Conocemos con bastante detalle cómo eran estas sierras mecánicas por el hallazgo de un relieve labrado en el dintel de entrada de una tumba de Heliopolis (Turquía) (Grewe 2007, 227–34). También hace pocos años que se han descubierto los restos de la estructura del comedor giratorio que, según Suetonio (XXXI, 380), había en la *Domus Áurea* de Nerón en la colina romana del Palatino. Los arqueólogos responsables de estas excavaciones opinan que la plataforma giratoria estuvo accionada por una rueda hidráulica (Villedieu 2011, Villedieu 2015). Ante la curiosidad que nos despertó esta máquina hicimos una propuesta basada en la tecnología mecánica de la época, ajustadas sus posibilidades al limitado abastecimiento de agua a la colina por el acueducto *Aqua Claudia* (Durán 2015).

En 2011 realizamos un trabajo sobre el faro romano de *Brigantium* en el que se propuso una máquina hidráulica que girase su luminaria (Durán 2011). Hemos seguido con nuestra curiosidad en el tema de las luces de los faros de la antigüedad y, con ocasión de este Congreso, exponemos una propuesta de un sistema mecanizado de accionamiento de la luminaria del Faro de Alejandría que redujese la mano de obra a las operaciones de provisión de combustible y mantenimiento. En una reciente publicación sobre «Las maravillas del mundo antiguo» (Manfredi 2016, 148–49), el autor cree en la posibilidad de que este faro tuviese una luminaria giratoria accionada con una máquina, ya que lo hacía viable la tecnología y el «fervor de inventiva» que tenían los sabios e ingenieros de Alejandría.

Breve historia del Faro de Alejandría

La primera referencia está en el epigrama que Posidipo de Pela (310–240 a.C.) realizó con motivo de su inauguración (Fernández-Galiano 1987, 92) pero, a pesar de su magnificencia, no fue incluido en el listado de las maravillas del mundo hasta el que realizó el poeta Calamaco de Alejandría en el siglo VI d.C. No obstante, su imagen se reprodujo en el período clásico en múltiples soportes (mosaicos, vasos de vidrio, lapidas, sepulcros, joyas y monedas romanas) (Hairy

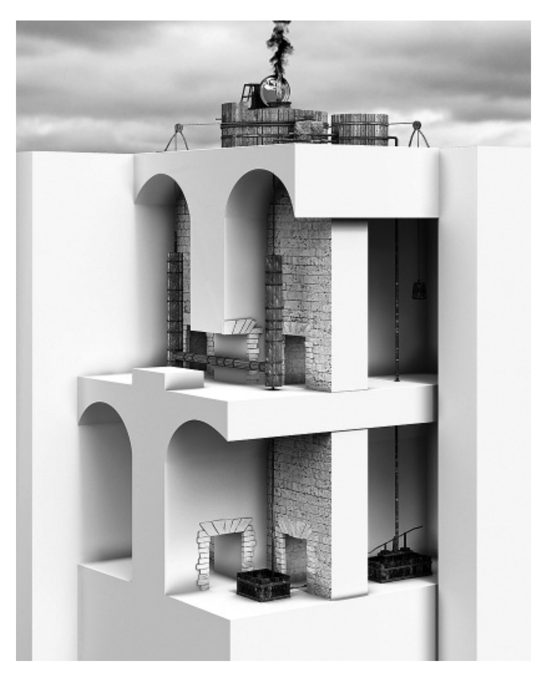


Figura 1
Infografía de la maquina hidráulica del faro de *Brigantium* (Fernando Durán 2011)

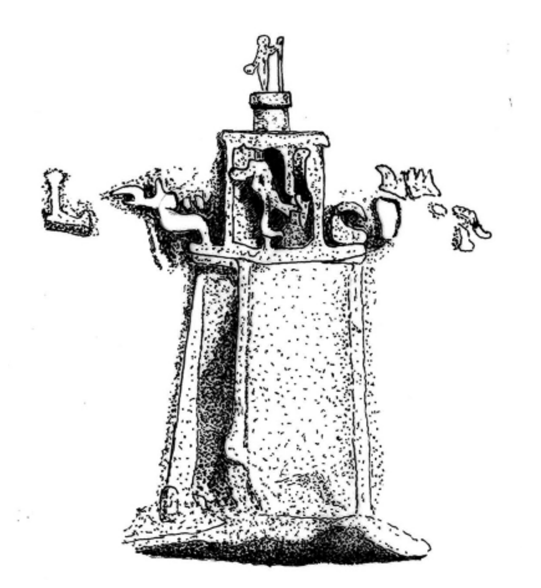


Figura 2
Grabado del Faro en una moneda de Domiciano (M. Durán)

2016, 19; Giardina 2010, 23–34). En algunas monedas romanas y en los vasos vítreos está atestiguada la existencia de dos cuerpos de forma nítida, mientras que otro más alto, el tercero, se aprecia con más dificultad pues parece que se trata de un zócalo o plataforma que sostenía una estatua. Los textos árabes hablan de un cuerpo redondo, pero Roddé (1979) cree que procedía de una recomposición del Faro dañado por los bizantinos o los terremotos antes de construirse una mezquita. Según este autor el fuego se realizaría en el 2º cuerpo pues, como se aprecia en alguna moneda (fig. nº 2), se trataría de un espacio abierto rematado por la citada plataforma sostenida por columnas (Roddé 1979, 845–872).

Fue construido por el faraón Ptolomeo I Soter (305–283 a.C.) y terminado por su hijo y sucesor Ptolomeo II Filadelfo en el año 279 a.C. Tuvo una inscripción en la que se mencionaba a Sostrato de Cnidos, rico súbdito y cortesano, que parece haber sido el promotor de la obra aunque no se descarta que también fuese su arquitecto (Clayton 1993, 114). Según Estrabón (XVII, I.6) la torre, construida en piedra blanca y que se asentaba en el islote rocoso de Pharos, estaba unida a tierra por «un brazo de tierra llamado Heptastadio» con un puente que dejaba dos entradas para comunicar los dos puertos. Según el poeta Posidipo de Pela (310–240 a.C.) la torre corta «recta y tajante los aires, es visible de día desde infinitos estadios, mientras que de noche el navegante que vuela llevado por las olas podrá ver el gran fuego que arde en su cima…» (Fernández-Galiano 1987, 91–97). Flavio Josefo escribe en su libro «Las Guerras de los Judíos» que la luz de su llama, sostenida por «una torre muy grande», alcanzaba una distancia de 300 estadios (ca. 50 km), similar a la distancia del horizonte (2006, V, XI). Otras referencias relativas al Pharos las hallamos en las obras de Julio Cesar (2014, III, CXII), Plinio el Viejo (1998, XXXVI, 12) y Amiano Marcelino (2002, XXII, 16.7–9–10).

Una posible imitación hecha a escala con una fábrica de piedra es la Torre de Abu Sir construida sobre un cenotafio del dios Osisis, en las ruinas de la antigua ciudad de Taposiris Magna fundada por Ptolomeo II Filadelfo entre el 280 y 270 a.C., a unos 45 km al oeste de la ciudad de Alejandría. En este lugar se celebraba el 'Khoiak Festival' en honor a este dios. Pudo haberse construido a finales del siglo I

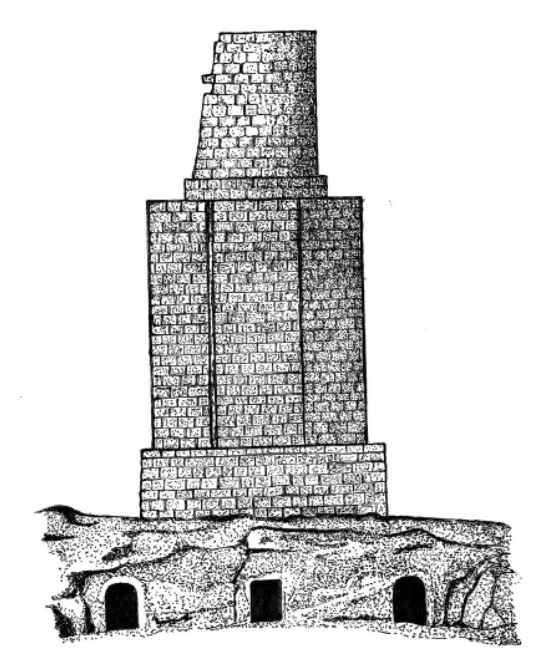


Figura 3
Torre de Abu Sir (Dibujo extraído de *Description de l'Egypte* por M. Durán)

a.C. y posteriormente haberse transformado en un faro (Clayton 1993, 121; Vörös 2004, 20 y ss.)

Los viajeros árabes que pasaron por Alejandría camino de su peregrinación a la Meca entre los siglos IX y XIV y que posteriormente relataron sus viajes aportan muchas informaciones y datos del Faro, completados con unos dibujos esquemáticos muy interesantes (Asín 1933; Empereur 1998, 40–3). De todos estos relatos el que parece que se ajusta a la reconstitución actualizada del Centro de Estudios Alejandrinos (CEAlex) es el del andalusí Abou Haggag Youssef Ibn Mohammed al-Balawi al-Andalusie, que visitó y midió el Faro en 1166 (Clayton 1993, 122–23, Asín 1935). Esta nueva reposición gráfica es más precisa que la realizada por el arqueólogo alemán Hermann Thiersch (1909) y por el arabista español M. Asín Palacios con la colaboración del arquitecto M.L. Otero (Asín 1933). Se ha basado en los hallazgos realizados en la bahía del puerto de Alejandría desde 1994, al pie del antiguo fuerte mameluco de Quat Bey, donde se han localizado los restos del Faro (Empereur 1998; Hairy 2006; Hairy 2016).

Tuvo tres cuerpos, el primero de planta cuadrada de 29,40 m de lado y 57,70 m de altura, con dos puertas, una en la primera plataforma y a escasos metros sobre el nivel del mar, orientada al norte hacia el mar (Empereur 1998, 98; Hairy 2006, 48; Hairy 2016, 23), y otra más pequeña y elevada orientada al sur, por donde se entraba al Faro por la rampa inclinada de acceso. El segundo cuerpo, de planta octogonal, pudo tener una altura de 29,40 m, y el tercero de planta circular 14,70 m de altura y una medida igual de diámetro (Hairy 2006).

De su interior sólo sabemos, no con mucha certeza, lo que se dice en los relatos árabes; hablan de la existencia de numerosas salas con bóvedas de voladizos sucesivos y losas, situadas a ambos lados de la rampa de subida, algunas con ventanas al exterior y destinadas a almacenes y para el alojamiento del personal de vigilancia y mantenimiento. Por ejemplo, por una inscripción funeraria del siglo II o III d.C., se sabe de una persona, el liberto Marco Aurelio Fileto, que fue un administrador (*procurator*) del faro (Giardina 2010, 62).

Según el iraquí Masudi (ca. 915–956) habían en la torre unas estatuas, una de las cuales emitía un sonido pavoroso que se oía a 2 o 3 millas para avisar de la presencia de naves enemigas. Otra estatua emitía sonidos armoniosos, que variaban cada hora e indicaban las horas del día y de la noche. En muchas monedas romanas está representada una estatua en la cima del Faro y otras estatuas que parecen representar unos tritones en la terraza del primer cuerpo.

La composición y algún detalle constructivo que conocemos justifican su supervivencia durante siglos en una zona donde son frecuentes los terremotos, a pesar del hándicap de su impresionante altura cercana a los 100 metros. De la relación de principios 'antisísmicos' establecidos por Kirikov para la construcción antigua, el Faro tenía una composición simétrica exterior y posiblemente interior, numerosas cámaras que aligeraban la masa total y una forma escalonada que bajaba su centro de gravedad (1992, p.92). La comprobada existencia de enlaces de plomo con forma de doble cola de milano entre los sillares de su fábrica le daba al edificio una trabazón dúctil muy favorable para resistir los terremotos. La extracción de estos enlaces en época árabe para reutilizar el plomo pudo disminuir esta trabazón y debilitar su resistencia sísmica.

La iluminación del Faro

La construcción del Faro fue imprescindible para señalizar y asegurar la entrada de barcos al Gran Puerto de Alejandría por los peligrosos bajíos rocosos de su bocana. Era de una gran ayuda para el intenso tráfico marítimo que desde el inicio de la época helenística se desarrolló en el Mediterráneo Oriental, que había convertido a Alejandría en una gran ciudad y en un centro comercial de primer orden donde se intercambiaban las mercancías de Oriente y Occidente. Por esto su función de torre de señalización nocturna fue fundamental aunque los barcos no entrasen en el puerto durante la noche, pues les permitía marcar el rumbo, acercarse a la costa y mantenerse a una cierta distancia de seguridad. R.J. Forbes, reconocido autor de estudios sobre tecnología antigua, plantea que el Faro no tuvo una iluminación hasta el siglo I d.C. y que en sus primeros años sólo fue un gran hito de señalización diurna de la ciudad y su puerto (Giardina 2010, 59).

Con independencia de cuando el Faro dispuso de iluminación nocturna, ¿cómo pudo haber sido? No parece razonable que este Faro ni tampoco los grandes faros romanos, con unas construcciones tan esmeradas y de alturas importantes, fuesen construidos para hacer una hoguera en la cima. Este procedimiento tenía muchos inconvenientes por la gran cantidad de combustible necesario –en el caso que fuera madera– para que la llama tuviese la altura para verla a una cierta distancia. El fuego pudo hacerse en un brasero de buen tamaño similar a los que hubo en algunos faros europeos del siglo XVII y XVIII alojado en un recinto cerrado.

La luz fija de un fuego tenía un inconveniente como ya lo puso de manifiesto Plinio el Viejo (siglo I d.C.) al reconocer que los marinos lo puedan confundir con una estrella «*porque desde lejos las llamas parecen serlo*» (1998, XXXVI, XII, Vol. III, 176). Quizá conocía este problema por haber sido prefecto de la flota romana en Miseno, cargo al que fue nombrado por su amigo Vespasiano. Para solucionarlo los ingenieros pudieron idear y construir una luminaria móvil para que la luz fuese vista con una intensidad variable.

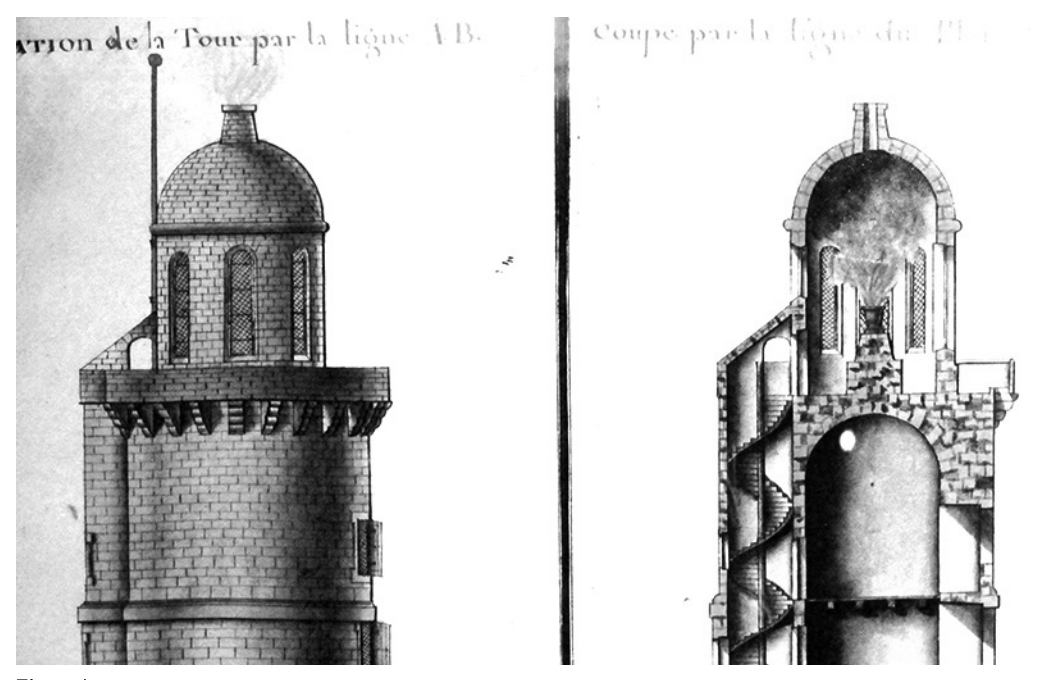


Figura 4
Grabado de un faro francés del siglo XVII con un brasero en su cima (Fotografía M. Durán 2012)

¿Tuvo el Faro de Alejandría una luminaria giratoria en época helenística? Creemos que sí pues con la llegada al poder de los Ptolomeos se asentaron en la ciudad muchos sabios e ingenieros mecánicos para trabajar en los recién construidos Museo y Biblioteca, y que traían la práctica y los conocimientos científicos y técnicos de los territorios conquistados por Alejandro el Magno. Una prueba de estas capacidades técnicas se halla en el papiro anónimo *Laterculi Alexandrini* en el que se nombran a los profesionales famosos y entre ellos «los mecánicos» como Abdaraxo, constructor de «la máquina de Alejandría». Se desconocen detalles de la misma, dónde estaba y para qué servía, pero podríamos preguntarnos si pudo ser la que había en el Faro.

Esta luminaria giratoria estaría formada por una estructura cilíndrica que portase un mechero con un depósito de combustible en su interior y un espejo reflectante del que hablan las narraciones de distintos cronistas. La forma cilíndrica del tercer cuerpo del faro justificaría la existencia de este bastidor giratorio (Russo 2015, 146).

El egipcio Ibn Wasif Saf (siglo XIII) relata que «en lo más alto de este faro había una cúpula de cobre amarillo, sobre la cual estaba instalado un espejo, hecho de varios metales el cual se movía, gobernado con arte, sobre un asiento de cobre, movido también con arte» (Asín 1933, 282). Si tuviese este sistema de rodamiento estaría formado por dos planchas metálicas pulidas y engrasadas, una fija anclada a una base sobre la que giraría la otra que estaría acoplada a la base del bastidor. Podría haber otro tipo de rodamiento consistente en unas bolas de bronce con un eje en torno al cual girarían, distribuidas circularmente y ancladas en la base. Serían similares a las que poseía una plataforma giratoria del barco del Calígula (12–41 d.C.), cuyos restos se hallaron y recuperaron en el lago Nemi entre 1929 y 1931.

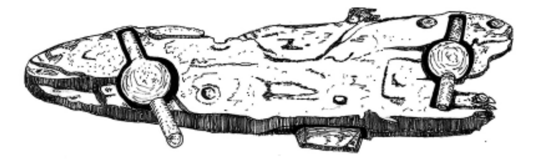


Figura 6
Rodamiento de esferas del barco de Calígula del lago Nemi (Italia) (M. Durán)

Al parecer estos rodamientos fueron usados en el comedor giratorio de Nerón (Villedieu 2011, 51).

En el mechero sería una especie de gran lucerna en cuyo interior se alojaría el líquido inflamable, con una mecha en la punta en la cual ardería la llama luminosa. Podría disponer de una rueda dentada en

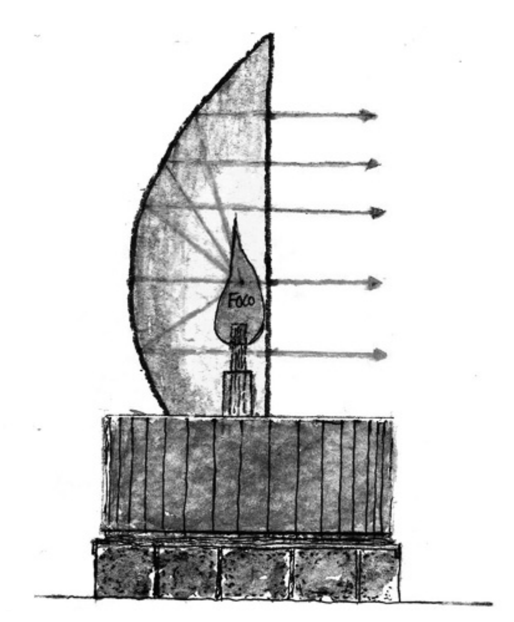


Figura 5
Espejo parabólico sobre el bastidor giratorio sobre un pedestal de piedra (M. Durán)



Figura 7
Infografía sobre la posible máquina hidráulica del comedor giratorio de Nerón (Fernando Durán)



Figura 8
Lucerna depositada en el Museo Arqueológico de Trípoli (Libia) (M. Durán)

contacto con la mecha que permitía ir extrayéndola del interior del depósito de aceite, a medida que se consumiera. Un dispositivo similar lo describe Herón (Woodcroft 1851, 42). El tipo de combustible empleado sería aceite de oliva o elaborado a partir de plantas oleaginosas, o una grasa animal (Romer 1996, 87; Clayton 1993, 117). El aceite vegetal era el que habitualmente se usaba para el alumbrado con lucernas; en ocasiones se mezclaba con sal para evitar la producción de humo (Golvin 1987, 51).

La existencia de un espejo fue imprescindible para que la luz del Faro se viese a una gran distancia (Sánchez 1991, 24), ya que su intensidad lumínica se conseguía gracias a la reflexión y no por la fuerza del foco luminoso. Estaría construido por una o varias placas metálicas pulidas de un tamaño desconocido pero que suponemos que fue relativamente grande. Los cronistas árabes le dan un diámetro entre 1,15 a 3,68 m. La construcción de este espejo parabólico era posible no sólo desde el punto de vista teórico sino por la práctica de los mecánicos alejandrinos. La teoría científica de los espejos estaba asentada en los estudios de geometría y óptica, de Euclides, Arquímedes y Apolonio de Perge que fue el primero que habló de la elipse, la parábola y la hipérbola en su obra «Sobre las secciones cónicas». También fueron fundamentales los estudios del alejandrino Dositeo y de Diocles sobre la forma parabólica y las propiedades del «espejo ardiente» de reflejar la luz situada en el foco en un haz de rayos luminosos paralelos al eje de la parábola, o lo que es lo mismo, si los rayos del sol se proyectaran sobre el espejo se reflejarían y concentrarían en el foco convirtiéndose en un punto «ardiente». Solo se conocen los trabajos de Diocles (siglo II a.C.-I d.C.) gracias a una copia de época árabe (Rashed 2002, 6). Se cree que Arquímedes construyó un espejo ardiente para incendiar las naves romanas que asediaban Siracusa, aunque pero lo han considerado como una leyenda por la dificultad de concentrar la luz solar en un punto del barco y conseguir prenderle fuego. Últimamente se ha planteado que podía haberlo conseguido con una gran superficie reflectante formado por muchos espejos planos más pequeños, que se orientaban a mano para concentrar la luz reflejada en un punto concreto y así prenderle fuego (Thuillier 1990, 45–76).

La luminaria giratoria

El giro de la luminaria sería un movimiento circular medido y constante, de unos 180º que se produciría por la acción de dos fuerzas horizontales y tangenciales transmitidas por unas sogas amarradas a su bastidor y enrolladas en él en sentido contrario. De una de las sogas cuelga un pistón, después de cambiar de dirección al pasar por un cilindro giratorio, y de la otra pende un contrapeso.

¿Qué tipo de energía se emplearía en el trabajo de arrastre de las citadas sogas? En la antigüedad la fuerza para efectuar un trabajo fue bien la humana o animal, o la generada por el agua (energía hidráulica). Tal como se plantea la maquinaria del Faro, ninguna de ellas nos parece adecuada para realizar el trabajo de girar la luminaria, por lo que la única energía alternativa sería la calorífica o térmica.

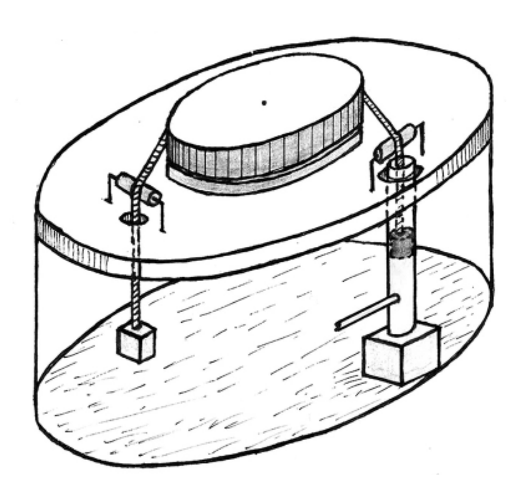


Figura 9
Sistema de arrastre del bastidor mediante dos sogas (M. Durán)

¿Es posible que hubiese una 'máquina de vapor' en el Faro de Alejandría? A pesar de la incredulidad que genera esta pregunta, así lo creemos ya que a partir de finales del siglo III a.C. se conocían las bases teóricas y los elementos mecánicos necesarios para su construcción. El alejandrino Ctesibio (280–220 a.C.) experimentó con la compresión de los fluidos (Vitrubio X, VII, 4) aplicándola en una catapulta cuya fuerza de propulsión se generaba por la compresión del aire en dos cilindros metálicos con pistones y en la construcción de un gran proyectil impulsado por aire comprimido, que no llegó a fabricar totalmente (Vegecio, 68). Parece ser que el acabado interior de los cilindros y pistones aseguraba tan bien la estanqueidad entre ellos a una presión alta que, según Filón de Bizancio, se producían chispas por la fricción entre ellos (Russo 2015, 135). En el tratado 'Pneumática' de Herón de Alejandría (siglo I d. C.) está incluido un artilugio, el 'aelipilo', que consistía en una bola sostenida en un bastidor por un eje horizontal y dos tubos diametralmente opuestos y curvados; al calentarse el agua contenida en su interior el vapor de agua generado provoca el giro de la bola por la reacción de fuerzas desequilibradas (Woodcroft 1851, 53; Shelton 1956, 53–4). Un poco más sofisticado es el dispositivo ideado para abrir y cerrar las puertas de un templo al encender y apagar el fuego sobre un altar hueco que eleva la temperatura del aire contenido en su interior y su expansión provoca una serie de acciones a través de un depósito de agua, un sifón y dos sogas enrolladas en unos rodillos verticales (Woodcroft 1851, 45). También Arquímedes (287–212 a.C.) manejó el vapor de agua en la construcción de un cañón utilizado en la defensa de Siracusa, asediada por la flota romana. Unos siglos más tarde Leonardo da Vinci recreó, al menos gráficamente, dicho cañón, que constaba de un horno calentado con carbón colocado en la culata y cuando el metal estaba muy caliente se introducía agua en su interior que rápidamente se convertía en vapor que se expandía y proyectaba la bola; al parecer disparaba una bola de unos 30 kg a 1000 m de distancia (Rossi 2010, 115–16).

El arqueólogo y submarinista Jean-Ives Empereur, director del Centre d'Études Alexandrines (CEAlex) declaró hace unos años que fue posible que en Alejandría hubiese mecanismos de vapor que moviesen autómatas, «*aunque no podemos estar del todo seguros a ese respecto*» ya que no se han hallado restos de ellos (Sierra 2008, 198–201).

Máquina de vapor

Los motores más primitivos fueron movidos por energía hidráulica y quizá esta práctica condujo a los técnicos helenísticos a la generación de una nueva energía, la térmica, que aprovechaba su transformación en vapor de agua al ser calentada así como las variaciones de volumen acaecidos durante los cambios de fase que permitían un control más fácil de las máquinas sencillas. Por tanto se trataría de una máquina de vapor de combustión externa que utilizaba la producción de vapor de agua a presión para desplazar un pistón dentro de un cilindro. Sería una máquina de 'simple efecto' ya que el vapor actuaría sobre el pistón 'sin expansión' con una fuerza constante a lo largo de su recorrido y 'sin condensación' ya que sólo dejaría escapar el vapor a la atmósfera una vez que hiciese toda la carrera.

Dispondría de un horno con una caldera en la parte superior en la que habría agua que, por el calor generado, entraría en ebullición convirtiéndose en vapor. ¿Cuál sería el carburante usador? No creemos que fuese la madera ni ningún aceite vegetal o animal, pues parece más adecuado el uso de un betún resinoso (pez), carbón vegetal o un betún asfáltico. Ninguno de estos productos estaba ausente en Egipto pues

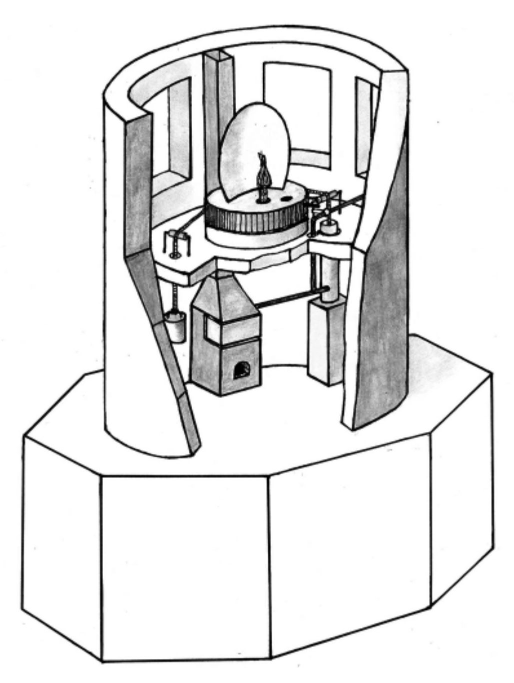


Figura 10
Sistema de accionamiento mecánico para mover la luminaria (M. Durán)

desde antiguo está acreditado no solo su aplicación en distintos usos sino también su procedencia y aprovisionamiento. Para Egipto era un producto estratégico importado desde el IV milenio de los yacimientos del Mar Muerto, de gran pureza y fácil de extraer, que históricamente tuvieron bajo su control para asegurar su suministro. Otros manantiales eran abundantes en varios lugares de Siria e Irak, y de ellos procedía, desde el Neolítico, el betún empleado en los países del Próximo Oriente. Este uso está acreditado en antiguas tablillas sumerias en escritura cuneiforme (Connan 2012, 83–5) y en el libro del Génesis de la Biblia con referencias a los lugares donde manaban (14.10) y los usos (11.3). También pudo emplearse un aceite procedente del refino del betún sólido por fusión y goteo (el *distillatio per descensorium* de los alquimistas medievales) (Forbes 2012, 255). El empleo del betún como combustible está recogido en algunos textos clásicos, por ejemplo el uso, mezclado con azufre, en las Guerras del Peloponeso de finales del siglo V a.C. (Tucícides 2014, II, 77). Quizá era una mezcla similar a la que se llamó 'fuego griego' que ardía en contacto con el agua (León 2011, 316–7). También hay referencias a su uso en la iluminación y para calentar hornos (Forbes, 1964, V. I, 85). Según Dioscórides Anazarbeo (40–90 d.C.) en Agrigento había unas fuentes de betún líquido que usaban en los candiles en lugar del aceite (Connan 2012, 75), y el bizantino Cóndino se refiere a un 'fuego medo' usado para caldear dos termas construidas en tiempos de Septimio Severo y que se conservaba en unas vasijas de cristal (León 2011, 161). Había betunes de dos tipos, uno 'seco' muy abundante en Babilonia, y otro 'líquido' que llamaban nafta y que tenía la particularidad que «si se aproxima al fuego se prende, y si un cuerpo ungido de ella se aproxima al fuego, se inflama; y no es posible apagar este fuego con agua… » (Estrabón XVI, 1.15).

El vapor generado se acumulaba en la parte superior de la caldera y en la tubería de conexión con el pistón, y a medida que aumentaba su cantidad se incrementaba la presión hasta el momento en el que se alcanzaba la suficiente para desplazar el pistón en un cilindro vertical. Cuando asciende el pistón bajaría el contrapeso cuya energía potencial se transformaría en el trabajo que giraría el bastidor de la luminaria. Para reducir su velocidad angular y mantenerla constante se tendría que frenar el bastidor por rozamiento con una pieza que lo presionaría de un modo variable. Cuando este giro se parase al llegar a un tope, después de un giro de 180º el contrapeso dejaría de bajar y el pistón llegaría a su posición más alta. Antes de llegar al final de este giro, un brazo saliente del bastidor desplazaría el mando de accionamiento de una válvula de mariposa alojada en la tubería del circuito del vapor a presión, la abriría permitiendo la salida del vapor y la pérdida de la presión sobre el pistón por lo que descendería. En esta fase sería su energía potencial la que se transformaría en el trabajo de girar el bastidor de la luminaria y en el de subir el contrapeso, que sería posible ya que el peso del pistón sería superior al del contrapeso. El bastidor rotaría en sentido contrario y al completar el giro de unos 180º, se frenaría al llegar a un nuevo tope; en este momento el pistón alcanzaría la parte baja de su carrera y el contrapeso su cota anterior. Igualmente un momento antes de la finalización de este nuevo giro, otro brazo saliente cerraría la mencionada válvula de mariposa, por lo que el vapor de agua generado de forma continua en la caldera podría acumularse de

nuevo e incrementar su presión, reproduciéndose un nuevo ciclo de los dos giros descrito.

Destacamos dos hechos que se derivan de este proceso y que, al parecer, se producían en el Faro: el primero es la emisión continuada de humo a lo largo de las 24 horas del día, pues durante la noche la máquina de vapor estaría funcionado y durante el día exclusivamente se mantendría el fuego. El segundo sería el escape periódico de vapor de agua que conducido a través de una tubería y derivado a las bocas de los tritones su salida podría provocar un sonido en las lengüetas instaladas en ellas.

Una aproximación a la justificación numérica de la máquina propuesta

El peso total de la luminaria compuesto por un bastidor cilíndrico de madera de unos 1,25 m de radio y 1,00 m de altura, el mechero y su depósito de aceite y el espejo metálico de unos 4,00 m de diámetro podría alcanzar ser de unos 4,6 t (46.000 N).

Se ha considerado que el giro de la luminaria se produciría entre dos láminas metálicas, quizá de bronce, lubricadas con aceite entre ellas, por lo que consideró un coeficiente de rozamiento estático de 0,10. Según Vitrubio las bombas de pistones de Ctesibio se engrasaban con aceite (X, VII).

El valor del contrapeso P_c sería aquel que venciese la fricción entre las dos láminas metálicas F_r generada por el peso de la luminaria. Se considera que la aceleración del descenso del contrapeso es muy pequeña por el mencionado frenado y la masa de la polea intermedia, necesaria para el cambio de dirección de la soga que las une, prácticamente despreciable. Por lo tanto la fuerza horizontal de la soga sobre el armazón T_1 sería igual a la gravitatoria del contrapeso, $P_c = T_1$, y esta fuerza T_1 es la única que actuaba en el giro de la luminaria y para ello su momento con respecto al eje vertical del armazón habría de superar el momento de fricción M_f entre las planchas metálicas:

$M_f < T_1 \cdot 1{,}25$
$M_f \sim 3000$ N· m
$T_1 = P_c \geq 2400$ N (0,24 t)

Mientras tanto el calor generado en el hogar pondría en ebullición el agua de la caldera, generando vapor de agua de forma continua, transformándose cada unidad de volumen de agua en 1.300 volúmenes de vapor en su punto de ebullición. La presión del vapor generada actuaría sobre la superficie del pistón S_p con una fuerza F_p que lo elevaría, venciendo su peso P_p y la presión atmosférica.

Cuando el pistón llega a su punto más alto en el interior del cilindro (longitud de la carrera es igual a la longitud del semicírculo del armazón, unos 4,00 m), el contrapeso habría llegado a su punto más bajo después de descender una altura similar de 4,00 m. El armazón ha girado frenado 180º en un sentido, en un tiempo, por ejemplo, de una media hora. Si en este momento se abriría la válvula de mariposa para dejar salir el vapor de agua, por lo que la presión bajaría hasta la atmosférica. El peso del pistón lo haría descender arrastrando el armazón que giraría en sentido contrario y el contrapeso elevándolo.

Se considera que la aceleración del descenso del pistón sería muy pequeña por el mencionado frenado y la masa de la polea intermedia, necesaria para el cambio de dirección de la soga que las une, prácticamente despreciable; por tanto la fuerza aplicada en el armazón T_2 sería igual al peso del pistón P_p:

$P_p = T_2$
$P_c = 2500$ N (0,25 t)
$M_f = 3000$ N· m
Por lo tanto:
$T_2 \cdot 1{,}25 > M_f + P_c \cdot 1{,}25 \rightarrow T_2 = P_p \geq 4.900$ N (0,49 t)

La fuerza F_v para elevar un pistón de bronce de 40 cm de diámetro y 0,45 m de altura (P_p=4970 N) la presión del vapor de agua p_v tendría que ser:

$(K_{eficiencia} \cdot p_v) \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}40^2 \geq 4.970 + P_{atm} \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}40^2$
$p_v \geq 354.000$ N/m^2 (3,54 atm)

Es un valor relativamente pequeño para que la caldera, el cilindro del pistón y la caldera pudiesen resistirla, bien a base de planchas metálicas o tablones de madera reforzados por aros metálicos.

Lista de Referencias

Amiano Marcelino 2002. *Historia*. Edición Mª.L. Harto Trujillo. Madrid: Ediciones Akal.

Asín Palacios, M. 1933. Una descripción nueva del faro de Alejandría. *Al-Andalus, 1:241–300*. Madrid-Granada.

Asín Palacios, M. 1935. Nuevos datos sobre el faro de Alejandría. *Al-Andalus, 3:1, 185–193*. Madrid-Granada.

Bordresen, K. 2010. *Las Siete Maravillas del mundo antiguo*. Madrid: Alianza Editorial.

Brian Radka, L. 2006. *The electric mirror on the Pharos lighthouse and other ancient lighting*. Ed. Larry Brian Radka.

Butterworth, A.; Lawrence, R. 2007: *Pompeya. La ciudad viva*. Madrid: Editorial Santillana.

Clayton P.; Price, M.J. 1993. *Les sept merveilles du monde*. París: Ed. Gallimard.

Connan, J. 2012. *Le bitume dans l'antiquité*. Arlés: Éditions Errance.

Durán Fuentes, M. 2011. Faros de Alejandría y *Brigantium*: propuestas de reconstitución formal, estructural y de funcionamiento de la luminaria de la Torre de Hércules de A Coruña. En A*ctas VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Santiago de Compostela. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Durán Fuentes, M. 2015. Los mecanismos hidráulicos romanos. Hipótesis sobre la luminaria del Faro de *Brigantium* y el comedor giratorio de la *Domus Aurea* de Nerón. *Actas IX Congreso Nacional y I Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Segovia. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Empereur, J-I. 1998. *Le Phare d'Alexandrie. La Merveille retrouvée.* París: Ed. Gallimard.

Estrabón. 2015. *Geografía, XV-XVII.* Madrid: Biblioteca Clásica Gredos.

Fernández-Galiano, E. 1987. *Posidipo de Pela*. Madrid: Instituto de Filología, CSIC.

Flavio Josefo. 2006. *Las Guerras de los Judíos*. Biblioteca Virtual Universal, www.biblioteca.org.ar.

Fleury, Ph. 1996. Les sources alexandrines d'un ingénieur romain au debut de l'Empire. *Actes du Colloque International de Saint-Étienne. Université de Saint-Étienne.*

Forbes, R.J., 1964. *Estudies in ancient technology*. Vol. I-II. Ed. E.J.Brill, Holanda.

Forbes, R.J., 2012. Chimica, culinaria, cosmética. En *Storia della Tecnología, Vol. 1*. Turín: Bollati Boringhieri Editore.

Giardina, B. 2010. *Lighthouses from Antiquity to the Middle Ages*. BAR International Series 2096. Oxford.

Gille, B. 1978. *Les mécaniciens grecs. La naissance de la technologie*. París: Editions du Seuil.

Golvin, J.-C.; Goyon, J.-C. 1987. *Les bâtisseurs de Karnak*. Presses du CNRS. Francia

Grewe, K.; Kessenere, P. 2007. A stone relief of a water-powered stone saw at Hierapolis, Phirgia. A first consideration and reconstruction attempt. *Energie Hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'antiquité.* Centre Jean Bérard. Pont du Gard. Francia

Hairy, I. 2006. Le Phare d'Alexandrie concentré de geométrie. *Revista Arqueologie, nº 394*. Dijon: Ed. Faton.

Hairy, I. 2016. Le Phare. Lumière d'un empire sur le monde. *Revista Dossiers ARCHÉOLOGIE nº 374*. Dijon: Ed. Faton.

Herodoto. 1989. *Los nueve libros de la Historia*. Madrid: Editorial EDAF.

Hutter, S. 1991. *El faro romano de La Coruña.* A Coruña: Ediciós do Castro.

Julio César. 2014. *La Guerra Civil*. Trad. Vicente López Soto. Barcelona: Editorial Juventud

Kirikov, B. 1992. *History of earthquake resistant construction*. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid.

Landels, J.G. 2000. *Engineering in the ancient world*. University of California Press.

León, V. 2011. *El cadáver de Alejandro*. Barcelona: Editorial Ariel.

Leveau, P. 2007. Les moulins de Barbegal 1986–2006. En *Energie Hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'antiquité.* Centre Jean Bérard. Pont du Gard. Francia

Manfredi, V.M. 2016. *Las Maravillas del Mundo Antiguo*. Barcelona: Editorial Grijalbo. Barcelona.

Mangartz, F. 2007. The byzantine hydraulic stone cutting machine of Ephesos (Turkey). A preliminary report. *Energie Hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'antiquité.* Centre Jean Bérard. Pont du Gard. Francia

Mercadé, J. 1952. Sur quelques repréntations nouvelles du phare d'Alexandrie. *Bulletin de correspondance hellénique,* V. 76.

Plinio Segundo, C. [1576] 1998. *Historia Natural*. Traslada y anotada por el Dr. Francisco Hernández. Universidad Nacional de México. Madrid: Visor Libros.

Piponnier, D. 1983. La restauration du vase de Begram dit «au Phare d'Alexandrie». *Arts Asiatiques*, T.38.

Quet, M-H. 1984. Pharus. En *Melanges de l'Ecole Française de Rome. Antiquité T.96, nº 2*. Roma.

Rashed, R. (trad.) 2002: *Les catoptriciens grecs. Les miroirs ardents*. París: Les Belles Lettres.

Reddé, M. 1979. La représentation des phares à l'époque romaine. *Melanges de l'Ecole Française de Rome. Antiquité T.91, nº 2*. Roma.

Romer, J; Romer, E. 1996. *Las 7 maravillas del mundo. Historia, leyendas e investigación arqueológica*. Barcelona: Ediciones del Serbal.

Rossi, C. 2010. Archimedes' cannons against the roman fleet? *The Genius of Archimedes-23 Centuries of Influence on Mathematics, Science and Engineering*. Proceedings of an International Conference held at Syracuse, Italy, june 8–10, 2010. New York: Springer.

Russo, F, 2013. Il genio degli antichi/2. Idee, macchine e prodigi che hanno cambiato il mondo. En *ARCHEO Monografie* nº 5. Roma.

Russo, L, 2015. *La rivoluzione dimenticada. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*. Milán: Universale Economica Feltrinelli.

Sánchez Terry, M.A. 1987. *Faros españoles del Océano. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*. Madrid.

Seigne, J.; Morin, T. 2007. Une scierie hydraulique du VI siècle à Gerasa (Jerash, Jordanie). Remarques sur les prémices de la mécanisation du travail. *Energie Hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'antiquité*. Centre Jean Bérard. Pont du Gard. Francia

Shelton et alii, 1956. *Engineering in History.* New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.

Sierra Albert, J. 2008. *En busca de la Edad de Oro*. Barcelona: Editorial DeBolsillo.

Stevenson, A. 1850. *History, Construction and illumination of lighthouses*. London: John Weale.

Suetonio 2006. *Vida de los doce* césares. Traducción y edición Alfonso Cuatrecasas. Madrid: Colección Austral nº 539.

Thiersch, H. 1909. *Pharos antike islam und occident. Ein Beitrag zur architekturgeschichte.* Edición facsímil. Leipzig und Berlin: Druck und Verlag Von B.G. Teubner.

Thuillier, P. 1990. *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica.* Madrid: Alianza Editorial.

Tucídides. 2014. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Trad. A. Guzmán Guerra. Madrid: Alianza Editorial

Van Berchem, M. 1894–1903. Chateau du sultan Qayt-Bây a Elexandrie. Burdj Az-Zafar ou Pharillon, sur les fondations du phare Antique. En *Materiaux por un «Corpus inscriptionum arabicum» nº 320*. Egipto.

Vázquez Ruiz, J. 1949. Nuevos datos sobre el faro de Alejandría. En *Boletín de la Universidad de Granada, nº 87.* Granada

Vegecio Renato, F. 2010. *Compendio de técnica militar*. Edición y traducción David Paniagua Aguilar. Madrid: Ediciones Cátedra.

Villedieu, F. 2011. Une construction néronienne mise au tour sur le site de la Vigna Barberibi: la *cenatio rotunda* de la *Domus Aurea*? En *Neronia Eletronica. Revue électronic.* Fascicule 1.

Villedieu, F. 2015: Vigna Barberini (Palatin, Rome). Campagne de fouilles 2014. En *Chronique des activités archéologiques de l'École Française de Rome*. Roma

Vörös, G. 2004. *Toposiris Magna 2998–2004*. Budapest: Egipt Excavatión Society of Hungary.

Woodcroft, B. 1851. *The pneumatics of Hero of Alexandria.2nd editión*. Edición facsímil. London

Arquitectura y edificación en la Ribera del Duero burgalesa (1544–1595): entre la tradición gótica y las formulaciones clasicistas

Juan Escorial Esgueva

A lo largo del Quinientos, la Ribera del Duero burgalesa experimentó importantes cambios que modificaron profundamente la comprensión del territorio hasta asentar las bases que definirían sus núcleos urbanos durante toda la Edad Moderna (Nuño González 2003, 9–37). El progresivo incremento poblacional, las buenas cosechas y el fortalecimiento del sector agrícola, así como su configuración como nudo de comunicaciones permitieron un amplio desarrollo económico y social que se proyectó de forma especial en la activación del sector constructivo y el establecimiento de diferentes talleres dedicados a la producción artística (Barrón García 2003, 177–216; Hernando Garrido 2003, 315–336; Redondo Cantera 2003, 281–314).

Este cambio se evidencia en la villa de Aranda de Duero, centro de referencia del ámbito ribereño, que durante esta centuria alcanzaría los 5.000 habitantes, situándose, después de Soria, como el núcleo más poblado de la diócesis de Osma (Moral García 1991, 166). Además, su situación en el área más occidental del obispado y su proximidad a importantes núcleos como Burgos o Valladolid le permitieron poseer unas características propias y entrar en contacto con los nuevos planteamientos artísticos que se estaban llevando a cabo en estos focos. La especial situación de la localidad posibilitó que durante esta centuria se establecieran en ella hasta cuatro conventos, un hospital y un colegio, todos ellos patrocinados por la oligarquía local y por importantes eclesiásticos, manifestando así su importante proyección respecto al entorno circundante (Peribáñez Otero 2016, 261–283).

De forma paralela, las familias de la alta nobleza enriquecieron sus villas con la financiación y el apoyo de grandes conjuntos edilicios, como sucede con los condes de Miranda en Peñaranda de Duero y los condes de Siruela en Roa. En otras localidades, el enriquecimiento derivado de la expansión del viñedo y la consolidación de la producción de vino quedó reflejado en la renovación de sus fábricas parroquiales, especialmente en la construcción de edificios de nueva planta, como los templos de Coruña del Conde, Olmedillo de Roa y Vadocondes (Zaparaín Yáñez 2012a, 261–262). En otros casos se intervino en la renovación o actualización de algunos de sus elementos más significativos, como la realización de portadas monumentales, que tiene su reflejo más elocuente en la iglesia de Gumiel de Izán (Losada Varea 2004, 375–402), o de potentes torres campanario, como la de Santa María en Gumiel de Mercado (Zaparaín Yáñez 2002, 2: 282–283).

El papel de los promotores

El panorama artístico que ofrece la Ribera burgalesa durante este período viene determinado por la capacidad de las élites para desarrollar diferentes proyectos arquitectónicos y su interés por atraer a reputados profesionales con los que garantizar la correcta consecución de los mismos. En ese sentido, serán las

principales familias de la nobleza y los más destacados responsables eclesiásticos quienes posibilitarán los medios para poder llevarlos a cabo (figura 1), conscientes del valor de las fundaciones religiosas para velar por la «…salud y salbaçión de su ánima y la de sus próximos…», pero especialmente para «… buscar y procurar la honrra y gloria de Dios…».[1] Por ello no escatimaron esfuerzos, tanto económicos como materiales, para levantar edificios con los que perpetuar su memoria y establecer en ellos sus propios enterramientos.

Si bien en las décadas anteriores algunos nobles habían iniciado importantes construcciones como la capilla mayor del monasterio de La Vid (Alonso Ruiz 2003a, 279–295; Alonso Ruiz 2003b, 45–57), no será hasta mediados de los años 40 del siglo XVI cuando se emprenda la construcción de dos grandes templos colegiales en las villas de Peñaranda de Duero y Roa, promovidos respectivamente por las familias Zúñiga y Velasco, que configurarían el punto de partida del gran impulso en la renovación de las iglesias ribereñas durante la segunda mitad de la centuria.

María Enríquez de Cárdenas, viuda del III conde de Miranda, fue quien hizo posible el inicio de las obras del primero de estos conjuntos (Ibáñez Pérez 1989, 398–401). Levantado frente al palacio construido por su esposo, este edificio venía a sustituir a las antiguas parroquias medievales de la localidad y transformaba de forma notoria su organización urbana. Para su promotora, el nuevo templo servía como proyección del linaje familiar, pero también reflejaba la imagen con la que quería ser recordada, ya que había reservado para su enterramiento un espacio privilegiado en la capilla mayor.[2]



Figura 1
Escudo de los condes de Siruela en la cabecera de la colegiata de Roa.

Se desconocen las características del proyecto inicial, pero tras la muerte de la condesa en 1544, su hijo Gaspar de Zúñiga sería el encargado de proseguir el desarrollo de las obras. Parece ser que este encargó a Rodrigo Gil de Hontañón las trazas del templo, que servirían de referencia al maestro de cantería Pedro de Landa a partir de 1549 y hasta su fallecimiento en 1557.[3] La elección del arquitecto está seguramente relacionada con la estrecha vinculación de don Gaspar con la ciudad de Salamanca, en la que residió durante varios años y en la que ocupó relevantes cargos vinculados a la Universidad. Posiblemente, esto le permitió entrar en contacto con Gil de Hontañón y encomendarle la labor de diseñar un conjunto arquitectónico en el que se desarrolla una estructura muy similar, aunque simplificada, del proyecto que este mismo estaba realizando de forma coetánea en la iglesia del convento de San Esteban en la ciudad del Tormes (Casaseca Casaseca 1988, 179–192).

Por su parte, los IV condes de Siruela iniciarán la construcción del magnífico templo colegial de Roa como lugar de enterramiento propio y de sus familiares más cercanos. Se desconoce la fecha de inicio de las obras, pero parece que en 1544 estas se estaban comenzando. En esta fecha, Pedro de la Cueva, comendador mayor de Alcántara, reservaba para su sepultura una de las «…capillicas que se han de hacer a los lados de la capilla [mayor]… », insistiendo al conde de Siruela, Juan de Velasco, que «…mande dar mucha prisa en que la dicha capilla y obra y la iglesia se acabe…».[4]

Aunque la evolución de las obras no debió ser la deseada, don Juan puso especial cuidado en la definición de la capilla mayor en la que su ubicaría su enterramiento (figura 2).[5] Al parecer, y en base a las breves referencias documentales conservadas, en un primer momento se mantuvo la estructura original del edificio construyendo de nueva planta la cabecera y unificando los vestigios preexistentes.[6] Sin embargo, finalmente se optó por levantar un nuevo conjunto en el que se adoptaría la tipología de iglesia de salón y cuyo diseño ha sido atribuido a Pedro de Rasines (Zamora Lucas 1965, 252; Alonso Ruiz 2003a, 310–314).



Figura 2
Capilla mayor de la colegiata de Roa.

Poco después del comienzo de las estas obras, se iniciará la construcción de dos importantes fundaciones en Aranda de Duero impulsadas por dos prelados estrechamente ligados con la localidad. El primero de ellos fue Pedro Álvarez de Acosta, obispo de Osma, que promovió la construcción del convento dominico dedicado al *Sancti Spiritus* (Escorial Esgueva 2016, 110–121), y pocos años más tarde su homólogo asturicense, Pedro de Acuña y Avellaneda, iniciaría las obras del colegio de la Vera Cruz, junto al convento de San Francisco, según un diseño realizado por Gil de Hontañón (Cadiñanos Bardeci 1994, 25–38). De forma paralela, en la misma localidad otros eclesiásticos levantaron también capillas propias en las que ubicar su sepultura, erigiendo para ello nuevos espacios adosados a las fábricas parroquiales de San Juan y de Santa María, en los que hicieron exhibición de sus armas y de su significación social, tanto en la propia construcción como en su amueblamiento.

Sin embargo, y pese a la importancia que tienen este tipo de promociones, fueron las fábricas parroquiales las que motivaron la mayor parte de la actividad constructiva en la zona. El incremento poblacional obligó a que algunos templos se vieran en la necesidad de ampliar el espacio destinado a los fieles para «…que quepa olgadamente el pueblo en los oficios divinos…»[7] e incluso en algunos casos se llegaría a plantear la construcción de un edificio de nueva planta, como en Baños de Valdearados o Guzmán (Escorial Esgueva 2016, 99–103).

Esta circunstancia hizo que los distintos miembros de la jerarquía eclesiástica prestaran una gran atención a la organización económica de las parroquias, estableciendo marcos reglados con los que poder controlar la solvencia de las mismas y sus posibilidades para la realización de estos proyectos. El obispo Acosta puso un gran empeño en este detalle (Escorial Esgueva 2016, 96), pero no fue hasta la publicación de las *Constituciones Synodales* del obispo Sebastián Pérez, en 1586, cuando se establecieron unas disposiciones de obligado cumplimiento para todo el territorio diocesano. En este texto se ordenaba a las autori-



Figura 3
Iglesia de Vadocondes.

dades religiosas que prestaran especial atención para que no se contratara ninguna obra «…sin que primero se miren las cuentas y se vea el alcance que la yglesia tiene…». Con ello se intentaban evitar los graves problemas que algunas parroquias habían sufrido con anterioridad, al haberse embarcado en proyectos que excedían en gran medida la capacidad de las mismas, tal y como sucedió en Vadocondes, donde por razones económicas fueron incapaces de completar el gran proyecto de iglesia de salón que inicialmente se había previsto (figura 3). [8]

No obstante, en la mayor parte de los casos, las parroquias lograron cumplir con sus deseos y pudieron erigir nuevos templos o transformar los preexistentes para poder solventar sus necesidades espaciales. Aparte del citado caso de Vadocondes se intentaron levantar de nueva planta las iglesias de Coruña del Conde, Hontoria de Valdearados y Olmedillo de Roa, y vieron incrementado su espacio presbiteral un buen número de templos como los de La Aguilera, Sinovas, Tubilla del Lago o Villalbilla de Gumiel, por citar algunos de los ejemplos más notorios (Escorial Esgueva 2016, 101–104)

La actuación de los profesionales

Para posibilitar la realización de todos estos proyectos sus responsables se vieron obligados a demandar el trabajo de un importante número de profesionales que, procedentes en su mayoría de la merindad de Trasmiera, se trasladaron hasta la cuenca del Duero para poder llevarlos a cabo. Conocidos por su excelente dominio del trabajo de la piedra, algunos de ellos lograron alcanzar un cierto reconocimiento, tanto por su buen hacer como por su amplia experiencia, llegando a establecer complejas redes de colaboración con otros ámbitos geográficos y entablar estrechos lazos familiares con otros profesionales que aseguraba la perpetuación a través de sus descendencia del oficio de la cantería.[9]

La formación de estos maestros era eminentemente práctica y su conocimiento de las técnicas constructivas se basaba en la asimilación del trabajo que sus familiares habían ido desarrollando durante generaciones. No obstante, es evidente que en algunos casos, la proximidad a otros focos artísticos e incluso la comprensión y estudio de diferentes tratados arquitectónicos enriquecieron sus intervenciones y ello les permitió la puesta en práctica de lenguajes alternativos a los que conocían de forma empírica.

Buena parte de ellos se acabaron estableciendo de forma permanente en algunas localidades de especial relevancia como Roa o Gumiel de Izán, pero el núcleo principal fue Aranda de Duero, desde donde pudieron intervenir en su entorno más próximo así como en otras áreas circundantes[10]. A mediados de la centuria se declaraban vecinos de esta villa los maestros Sebastián de la Torre y su hijo Juan. Ignoramos su origen, pero probablemente fueron también trasmeranos que se trasladaron hasta la Ribera para poder trabajar en algunas de las empresas constructivas que se estaban llevando a cabo durante el segundo cuarto del siglo XVI.[11] Posteriormente, y de forma particular después de la década de 1560, se empiezan a consignar numerosos apellidos de origen montañés como Hornedal, Nates, Naveda o Rada, muchos de ellos vinculados familiarmente[12].

Un caso especial dentro de los trasmeranos lo protagoniza Pedro Díez de Palacios, que llegó a Peñaranda de Duero para hacer frente a las obras de la colegiata bajo el beneplácito del obispo Gaspar de Zúñiga. Pese a la mala gestión de este proyecto y los numerosos problemas que generó en otras obras, lo cierto es que su presencia en la Ribera supuso un cambio de relevancia al introducir nuevos modelos en los que el conocimiento de la tratadística arquitectónica influiría en el planteamiento de algunos de los edificios diseñados durante el último tercio de la centuria, con una puesta en práctica que tiene su ejemplo más notorio en la espléndida portada de la parroquia de Gumiel de Izán (figura 4) (Losada Varea 2004, 377–402).



Figura 4
Fachada de la iglesia de Gumiel de Izán.

Si bien Díez de Palacios estuvo asentado en la comarca durante algún tiempo y parece que llegó a vivir una temporada en la villa gomellana[13], su vida transcurrió entre su tierra natal y la ciudad de Sevilla, donde llegaría a ocupar los cargos de maestro mayor de obras de la catedral y de su obispado, muy probablemente gracias a la recomendación de Zúñiga, prelado hispalense entre 1569 y 1571 (Losada Varea 2004, 380).[14] Sin embargo, desde la ciudad del Guadalquivir siguió controlando las obras ribereñas gracias a la confianza que puso en sus colaboradores, especialmente su aparejador, Juan Vizcaíno, y el maestro de cantería Juan de Naveda, quienes llevarían a cabo algunas interesantes intervenciones en las iglesias de La Aguilera, Sinovas o Vadocondes (López Martínez 1929, 125).[15]

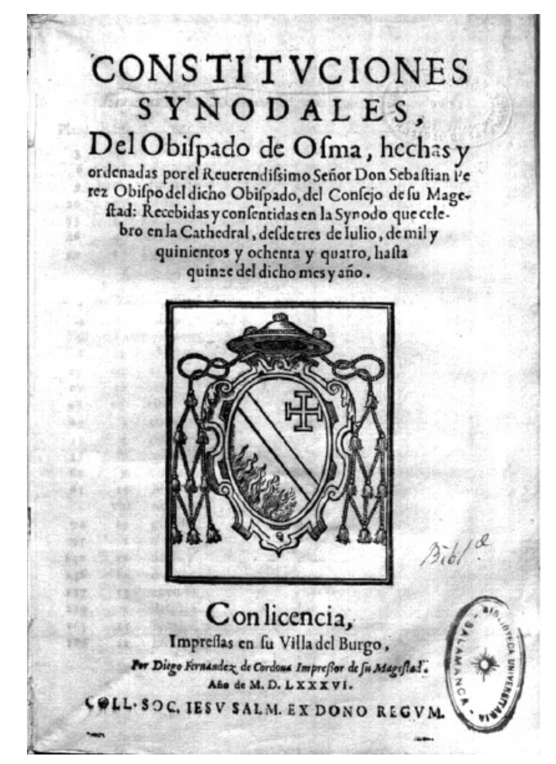
Precisamente Naveda fue el maestro de cantería de mayor relevancia durante el último tercio del siglo XVI ya que, a diferencia de otros profesionales locales, no solamente materializó proyectos diseñados por otros maestros como los antes citados, si no que levantó también diseños propios en los que dejó su impronta personal. Entre sus aportaciones destaca la asimilación de la tipología de iglesia de salón en este territorio, que se unía a la amplísima aceptación de este modelo en el ámbito soriano (Martínez Frías 1980, 356), ejemplificado en las iglesias de Olmedillo de Roa o Coruña del Conde. Además, el hecho de que antes de llegar a la Ribera trabajara en los destajos de las obras del monasterio de San Lorenzo de El Escorial dejó una profunda huella sus ocupaciones profesionales (Losada Varea 2007, 107). Prueba de ello es la torre de la iglesia de Gumiel de Mercado, que no llegaría ver terminada y en la que emplearía una combinación de elementos de gusto clasicista que darían como resultado un rotundo volumen prismático, aunque estructurando en su interior una bella bóveda de terceletes, «…como las demás que están hechas…», manteniendo así la homogeneidad interna del edificio.[16] No obstante, su repentino fallecimiento en 1595 supuso un punto de inflexión en el panorama artístico de la zona, dando paso a nuevos protagonistas y a un lenguaje renovado dominado por la depurada estética clasicista.

Esta amplia nómina de maestros desarrolló junto con sus talleres labores de muy diversa índole, desde la realización de pequeñas actuaciones de tipo funcional hasta la organización de construcciones de nueva planta. Por ello, para poder llevarlas a cabo precisaban de un buen número de colaboradores entre los que destacaron oficiales y canteros de confianza, algunos procedentes del norte, pero también otros locales de escasa cualificación, lo que limitaba su trabajo a tareas sencillas como labores de mantenimiento de los edificios o la conservación de sus cubiertas.[17] En otro casos se precisó la participación de prestigiosos maestros de origen foráneo como, por ejemplo, el escultor italiano Julio Sormano, que residió en Aranda de Duero durante la década de 1580, periodo en el que mantuvo una relación muy estrecha con Naveda interviniendo seguramente en alguna de sus obras.[18]

Su puesta en práctica venía regida por el procedimiento de contratación definido por la jerarquía eclesiástica. En primer lugar se anunciaban «…en la puerta de la yglesia donde se uviere de hazer la obra…» las intervenciones que se pretendían realizar «…para que los oficiales dellas respectivamente, vean si les conviene tomarlas…». Este aviso, que también se colocaba en localidades próximas, se mantenía durante al menos quince días. Las autoridades eclesiásticas instaban a los responsables de las parroquias a que encomendaran las actuaciones a profesionales de los distintos sectores, es decir, «…a cada official de su officio, como es cantería a cantero, pintura a pintor y talla a los entalladores […] so pena que el contrato que de otra manera se hiziere sea en sí ninguno…». De hecho, el provisor se reservaba la potestad de «…dar las tales obras a otros oficiales que sean de aquel officio, porque de lo con-

trario an resultado muchos daños y gastos a las dichas yglesias» (figura 5) (Constituciones Synodales 1584, 289–291).

La adjudicación debía realizarse «...por baxa, al que menos y con más ventaja la hiziere…», añadiendo las respectivas «…condiciones y traças y con obligación y fianças de que lo acabarán dentro del término que pusieren y conforme a las condiciones y traça que se diere…». (Constituciones Synodales 1584, 289–291). En las condiciones se precisan los detalles constructivos y los tipos de materiales que debían emplearse, aunque generalmente no se realizaban demasiadas indicaciones sobre el aspecto final que debía presentar la obra o sus características formales.[19] En cuanto a las trazas, aunque la documentación alude reiteradamente a su existencia y remite a ellas para exponer algunas cuestiones no tratadas en


CONSTITVCIONES
SYNODALES,
Del Obiſpado de Oſma, hechas y
ordenadas por el Reuerendiſsimo Señor Don Sebaſtian Pe
rez Obiſpo del dicho Obiſpado, del Conſejo de ſu Mage-
ſtad: Recebidas y conſentidas en la Synodo que cele-
bro en la Cathedral, deſde tres de Iulio, de mil y
quinientos y ochenta y quatro, haſta
quinze del dicho mes y año.

Con licencia,
Impreſſas en ſu Villa del Burgo,
Por Diego Fernandez de Cordoua Impreſſor de ſu Mageſtad.
Año de M. D. LXXXVI.

COLL. SOC. IESV SALM. EX DONO REGVM.

Figura 5
Constituciones Synodales del obispado de Osma (1584) (Universidad de Salamanca, Biblioteca General Histórica, BG/3651).

las condiciones escritas, son muy pocas las que han llegado a la actualidad.[20] Las que han pervivido están realizadas en papel verjurado y en ellas se emplea tinta parda para la definición de los volúmenes. Suelen combinar la representación de plantas y alzados de las intervenciones previstas, acompañadas por sus respectivas escalas.[21]

Una vez acordados los términos en los que se enmarcaba la actuación, los maestros iniciaban su realización a través del acopio de materiales. En numerosas ocasiones estos se obligaban a «…sacar la piedra de las canteras y desbastarla…», recurriendo generalmente a los yacimientos de Ciruelos de Cervera que nutrieron algunos grandes proyectos como la colegiata de Peñaranda de Duero.[22] La extracción de una piedra de calidad y bien trabajada «…conforme las medidas de la regla…» era fundamental para la solidez del edificio y se prestaba especial atención a aquellos sillares que precisaban contramoldes, que se debían «…desbastar conforme a ellos, y con su çercho y baybel y rregla y escuadra…».[23] No obstante, en otros casos, eran las propias parroquias las que dedicaban sus esfuerzos a suministrar el material pétreo para la obra y abaratar con ello su transporte. Pero incluso en esta circunstancia, aquellos elementos más delicados como «…la piedra labrada de los estribos y pilares, cornisas y jarjamento, crucería y prendientes…» solían ser tarea de los responsables de la obra.[24]

En otros casos, también los maestros de cantería debían estar pendientes de la realización de las armaduras de madera con las que cubrir estos edificios, exigiendo que para ello se empleara «…buena madera, de buen filo […] limpio de nudos…». La proximidad de estas tierras con los ricos montes de la comarca de Pinares, entre las actuales provincias de Burgos y Soria, benefició a las distintas promociones, al permitir el uso de un material de calidad y con reducidos costes en su transporte. En Coruña del Conde, por ejemplo, el maestro Juan de Naveda revisaría de forma personal la instalación de las excelentes armaduras lígneas que todavía cubren el templo junto con los carpinteros encargados de su realización.[25]

A medida que iba avanzando el desarrollo de las obras, las parroquias o los responsables de esta llevaban a cabo algunos pagos a los maestros con los que sufragar los salarios de sus trabajadores, aunque en los proyectos de mayor envergadura estos pagos se

realizaban en tres plazos, uno antes del inicio de la actuación, otro a la mitad y el último una vez culminada la obra. Sin embargo, el precio final de esta no venía determinado hasta que se realizara la preceptiva tasación con la que observar si los maestros la habían llevado a cabo conforme a los contratos existentes.

Habitualmente, la fábrica parroquial ponía a un profesional para defender sus propios intereses, mientras que el maestro que había llevado a cabo la obra hacía lo propio con otro elegido por su cuenta, para poder establecer entre ambos una evaluación justa de lo realizado. Los tasadores eran maestros de cierto prestigio que trabajaban en el entorno o en las áreas limítrofes, como Juan de la Puente, Juan de Naveda, Juan López de Ovieta, Juan Negrete o Pedro de la Torre Bueras.[26] Por lo general se llegaban a acuerdos razonables por ambas partes, pero en ocasiones los tasadores obligaban a los profesionales encargados de las obras a hacer modificaciones conforme a las condiciones expresadas en el contrato y que habían incumplido o realizado de forma errónea.[27] En otros casos, profesional y cliente no conseguían llegar a un acuerdo, generando problemas y disputas que terminaban derivando en largos pleitos, como sucedió en la colegiata de Peñaranda de Duero tras la dirección de Pedro Díez de Palacios (Escorial Esgueva 2016, 98)[28], pese a que este edificio fue objeto de numerosas visitas periódicas por parte de reconocidos profesionales que debían garantizar el correcto avance de la construcción (figura 6) (Ibáñez Pérez 1989, 398–401).

Pese a los conflictos y problemas derivados de estos proyectos, su culminación supondría el establecimiento de una nueva propuesta arquitectónica que pasaba a formar parte del horizonte de la Ribera burgalesa y desde donde se difundiría hacia otros territorios. Todas estas aportaciones configuran un panorama artístico en el que el intercambio mutuo de experiencias y conocimientos, así como la transmisión de modelos edilicios utilizados en otras áreas geográficas determinan el desarrollo de las empresas constructivas de la comarca.



Figura 6
Interior de la colegiata de Peñaranda de Duero.

Los contactos con el mundo trasmerano, los planteamientos de Rodrigo Gil de Hontañón en Salamanca, o la influencia de otros focos como Burgos, El Escorial o Valladolid, permitió la coexistencia de distintas propuestas arquitectónicas. Por un lado, el mantenimiento de estructuras de origen tardogótico tanto en la articulación de alzados como en las soluciones adoptadas en las cubiertas, hasta los nuevos planteamientos que buscaban construir espacios más diáfanos o la supresión de elementos decorativos para devolver a los volúmenes arquitectónicos su auténtica potencia estructural. Este carácter heterogéneo no logró, sin embargo, evitar la consecución de un ambiente fecundo en el que se pudo consolidar un foco constructivo cimentado en la atención de unos promotores exigentes, la presencia de reputados profesionales y el excelente conocimiento de la práctica constructiva por parte de sus responsables materiales.

Notas

1. Así lo testimonia el obispo Pedro de Acuña en su testamento. Archivo General de Simancas (en adelante AGS), Contaduría de Mercedes, 63, 29.
2. Sección Nobleza del Archivo Histórico Nacional (en adelante SN-AHN), Baena, c. 71, d. 253. Zaparaín Yáñez (2013, 280–289) ha estudiado ampliamente la labor de promoción de la III condesa de Miranda.
3. Pedro de Landa asumió la realización de las obras «… conforme a la traça e condiciones de Rodrigo Gill, maestro de cantería…». Archivo Diocesano de Burgos (en adelante ADBu), Peñaranda de Duero, leg. 6, cuentas del 13/09/1549, 08/05/1550; 21/09/1552; Instrucciones para Diego Núñez (1592), etc.; Archivo Histórico Provincial de Burgos (en adelante AHPBu), Prot. 5250, fols. 216–221v; Prot. 5253, fols. 92v-94. Posteriormente continuarán las obras Pedro Díez de Palacios y Pedro de Rasines. ADBu, Peñaranda de Duero, leg. 6, cuentas de 1565; cuentas de 1566 a 1572.
4. Pedro de la Cueva había mandado colocar en esta capilla una lápida con las armas de la Cueva y un retablo dedicado a la Piedad. AGS, Contaduría de Mercedes, 9, 55; SN-AHN, Fernán Núñez, c. 96, d. 2, fols. 4v-5v.

Sin embargo, el uso del templo raudense como espacio funerario de la casa de Siruela se remonta varias décadas atrás. SN-AHN, Fernán Núñez, c. 96, d. 2, fol. 30v; d. 9; c. 128, d. 4, fols. 19v, 73v, etc.

5. El IV conde había mandado colocar «…una piedra llana, un letrero a la rredonda que diga quién está allí enterrado…». No obstante, si su esposa se quisiera enterrar con él se realizaría «…una cama de jaspe con dos escudos de sus armas y las mías…» y «…un retablo de la Rresurreçión…». AGS, Contaduría de Mercedes, 165, 17; SN-AHN, Fernán Núñez, c. 97, d. 2. La condesa, que aceptó enterrarse en Roa, mandaría realizar «…una reja de yerros bien labrada…». AGS, Contaduría de Mercedes, 165, 17. Sin embargo, estos mandatos se dilatarían en el tiempo y serían sus sucesores quienes los terminarían llevando a cabo. Archivo de la Real Chancillería de Valladolid, Registro de Ejecutorias, c. 1580, 59. Aunque hay referencias de que los bultos funerarios estaban realizados en alabastro o mármol (Biblioteca Nacional de España, Mss. 3514, fol. 190v; Zamora Lucas 1965, 292), a principios del siglo XVII los escultores Andrés de Herrada y Jusepe de Castro concertaron hacer uno en madera de nogal. Archivo Municipal de Aranda de Duero (en adelanta AMAD), c. 4, leg. 1, fols. 535-535v. La realización de las rejas también se dilataría en el tiempo (García Chico 1965, 57–58; García Chico 1966, 4–5, 31–32).
6. En 1551 el Cabildo se quejaba al V conde de Siruela de los múltiples problemas que la construcción de la capilla estaba suponiendo al edificio, motivados particularmente por la lentitud del desarrollo de las obras. SN-AHN, Fernán Núñez, c. 96, d. 2, fol. 31v.
7. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Fresnillo de las Dueñas (1579–1643), fols. 60–60v. En este caso se estaba realizando una ampliación del espacio presbiteral, continuado de la renovación de parte del cuerpo de naves. Juan del Ribero, encargado de su construcción falleció en 1590, por lo que la parroquia envió la traza a sus herederos para que se pudieran proseguir los trabajos. Finalmente, Diego de Villanueva sería el maestro elegido para continuar con el proyecto de Juan del Ribero, a lo que se añadiría también de la edificación de la sacristía. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Fresnillo de las Dueñas (1579–1643), fols. 44, 46v–47, 51v–52, 54v, 55v, 60–60v, 63v. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Fresnillo de las Dueñas (1589–1597), fols. 1–2–4v, 96–97v.
8. Aunque parece que la torre ya estaba concluida en 1577, el ambicioso proyecto de construcción del cuerpo de naves nunca pudo llevarse a cabo, derivando incluso a graves problemas respecto al pago de lo edificado a sus responsables (López Martínez 1932, 157; González Echegaray et al. 1991, 201). Los documentos originales citados por López Martínez se encuentran en el Archivo Histórico Provincial de Sevilla (en adelante AHPSe), Prot. 8403, r. 25–26, fols. 681–681v y Prot. 12495, fols. 192–192v). Sobre esta obra cabe destacar el trabajo de Sánchez Rivera (2013, 150–155).
9. Losada Varea (2004, 377–402; 2007, 104–107) ha analizado la situación de los talleres constructivos ribereños durante la segunda mitad del siglo XVI.
10. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Fuentelcésped (1548–1579), cuentas de 1569, 1571; Libro de Fábrica de la iglesia de Huerta de Rey (1517–1597), contrato del 11–06–1577. AHPBu. Prot. 5550, fols. 601–608v.
11. Se les localiza trabajando en Aranda de Duero, Baños de Valdearados, Gumiel de Mercado, Tubilla del Lago y Zazuar. Además, hay constancia de que estos maestros trabajaron con el cuñado del primero, Juan Vélez, en la construcción de la iglesia de Guzmán. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Guzmán (1544–1594), cuentas de 1568, 1581.
12. Es el caso, por ejemplo, de Bartolomé de Rada, que era sobrino de Miguel de Nates. Archivo Municipal de Gumiel de Izán (en adelante AMGI). Prot. 8, fols. 395–396v.
13. En esta localidad le nació una hija llamada María, cuyo padrino fue precisamente el maestro de cantería Bartolomé de Rada, encargado de las obras de construcción de la portada gomellana. ADBu. Libro de Bautismos de la iglesia de Gumiel de Izán (1585–1628), fol. 18v.
14. Su paso por Sevilla generaría también múltiples problemas, lo que le llevaría a tener que justificar su puesto y su posición en no pocas ocasiones. Archivo de la Catedral de Sevilla, Fondo Capitular, sección IX, c. 11267, exp. 5.
15. También en AHPSe, Prot. 12478, fols. 6–6v.
16. Archivo Parroquial de Gumiel de Mercado (en adelante APGM). Libro de Fábrica de la iglesia de Santa María de Gumiel de Mercado (1540–1600), fols. 146v–150v. La significación de esta obra en el contexto ribereño ha sido estudiada por Sánchez Rivera (2012, 61–63).
17. Sirvan como ejemplo: ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de San Juan de Aranda de Duero (1572–1602), cuentas de 1599; Libro de Fábrica de la iglesia de Santa María de Aranda de Duero (1528–1578), cuentas de 1574 y 1576; Libro de Fábrica de la iglesia de Baños de Valdearados (1545–1551), cuentas de 1545, 1547; Libro de Fábrica de la iglesia de Campillo de Aranda (1584–1668), cuentas de 1590; Libro de Fábrica de la iglesia de Castrillo de la Vega (1566–1643), fols. 33v, 65–67v; Libro de Fábrica de la iglesia de Fresnillo de las Dueñas (1579–1643), fols. 34v, 40.
18. La biografía de este escultor ha sido ampliamente estudiada por Redondo Cantera (1998: 37–46) y Losada Varea (2004, 395–397). En el ámbito ribereño se documentan numerosas intervenciones suyas: AHPBu. Prot. 4630/1, fols. 180–180v; Prot. 4630/2, fols. 8v–9, 278–

279. Prot. 4644, fols. 446–449; Prot. 10739/3, fol. 78. AMGI. Prot. 2, fols. 14–15. Al parecer, contrajo matrimonio con María de Cisneros, vinculada a la familia Pérez, dedicados al oficio de la pintura (Escorial Esgueva 2016, 103), con la que tuvo un hijo. Tras el fallecimiento de este, sus tíos reclamarían las deudas que todavía quedaban sin pagar de las intervenciones de Sormano con Pompeo Leoni. AMAD, caja 4, leg. 1, fols. 410–410v.

19. APGM. Libro de Fábrica de la iglesia de Santa María de Gumiel de Mercado (1540–1600), fols. 146v–150v.
20. Sirvan como ejemplo: ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Santa María de Aranda de Duero (1579–1624), cuentas de 1580; Libro de Fábrica de la iglesia de Baños de Valdearados (1545–1551), visita de 1549; Libro de Fábrica de la iglesia de Fresnillo de las Dueñas (1589–1597), fol. 96; Libro de Fábrica de la iglesia de Guzmán (1544–1594), visita de 1549, cuentas de 1592. AHPBu. Prot. 4627/1, fol. 129v. APGM. Libro de Fábrica de la iglesia de Santa María de Gumiel de Mercado (1540–1600), fol. 154.
21. La única traza conservada de este período alusiva a un edificio ribereño es la realizada por Juan Negrete para el puente de Vadocondes en 1591, conservada en el Archivo Histórico Nacional (Consejos, MPD, 1807) dada a conocer por Zaparaín Yáñez (2012b, 162–163). Además, han llegado hasta la actualidad dos dibujos de Diego de Cueto fechados en 1587 que, con toda probabilidad, fueron realizados en Roa, aunque para a la iglesia de Santa María la Mayor de Peñafiel (Valdivieso 1975, 143). Se conservan en el Archivo Histórico Provincial de Valladolid (P y D, 6, 30 y 31; proceden del Prot. 14081). Aparte de los diseños citados se conserva también un rasguño muy esquemático de la techumbre de la ermita de Castrillo de la Vega, realizada a finales del siglo XVI. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Castrillo de la Vega (1566–1643), fol. 67v.
22. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Baños de Valdearados (1545–1551), cuentas de 1551; Peñaranda de Duero, leg. 6, contrato con Juan de Arana (09/03/1565), obligaciones de 1587, obligación y fianza de Juan Ybáñez (16/08/1588), pagos de 1589, etc.
23. ADBu. Peñaranda de Duero, leg. 6, obligación y fianza de Juan Ybáñez (16/08/1588).
24. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Fresnillo de las Dueñas (1589–1597), fols. 96–97.
25. AMAD, caja 31, leg. 1, fols. 325 y ss. Para otros proyectos de carpintería: AHPBu. Prot. 5259/1, fols. 17–18; Prot. 5259/2, fols. 8–9, 43–47v. AMGI. Prot. 10, fol. 19; Prot. 13, fols. 134–135, 199–200.
26. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Baños de Valdearados (1559–1574), cuentas de 1564; Libro de Fábrica de la iglesia de Guzmán (1544–1594), cuentas de 1577; Libro de Fábrica de la iglesia de Tubilla del Lago (1548–1649), cuentas de 1574; Libro de Fábrica de la iglesia de Zazuar (1552–1645), cuentas de 1582.
27. ADBu. Libro de Fábrica de la iglesia de Baños de Valdearados (1559–1574), cuentas de 1561, 1564.
28. Este conflicto aparece también referido por López Martínez (1932, 156), citando un documento que se conserva en el AHPSe, Prot. 12419, fols. 827–827v. Además, Díez de Palacios tuvo muchos problemas para cobrar buena parte de las cantidades que se le adeudaban, tanto de esta como de otras obras. AHPSe, Prot. 12420, fol. 793v; Prot. 12422, fols. 664–664v; Prot. 12424, fols. 488–489, Prot. 12478, fols. 6–6v.

Lista de referencias

Alonso Ruiz, Begoña. 2003a. *Arquitectura tardogótica en Castilla: los Rasines.* Santander, Universidad de Cantabria.

Alonso Ruiz, Begoña. 2003b. De la capilla gótica a la renacentista. Juan Gil de Hontañón y Diego de Siloé en La Vid. *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte.* 15: 45–57.

Barrón García, Aurelio A. 2003. Platería y artes decorativas en el Renacimiento del Duero. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 18: 177–216.

Cadiñanos Bardeci, Inocencio. 1994. El colegio de la Vera Cruz, una importante fundación docente en Aranda de Duero. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 9: 25–38.

Casaseca Casaseca, Antonio. 1988. *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría 1500-Segovia 1577).* Valladolid, Junta de Castilla y León.

Constituciones Synodales del Obispado de Osma. 1584. El Burgo de Osma, Diego Fernández de Córdova.

Escorial Esgueva, Juan. 2016. La Ribera burgalesa durante el episcopado de Pedro Álvarez de Acosta (1539–1563): entre el ornato del culto y la perdurabilidad de la memoria. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 31: 91–121.

García Chico, Esteban. 1965. Documentos para el estudio del arte en Castilla. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología.* 31: 55–113.

García Chico, Esteban. 1966. *Documentos para el estudio del arte en Castilla. Maestros rejeros.* Valladolid, Universidad de Valladolid.

González Echegaray, María del Carmen et al. 1991. *Artistas cántabros de la Edad Moderna. Su aportación al arte hispánico (diccionario biográfico-artístico).* Santander, Universidad de Cantabria.

Hernando Garrido, José Luis. 2003. Notas sobre pintura del siglo XVI en la Ribera del Duero: párvulos hallazgos y otras apostillas. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 18: 315–355.

Ibáñez Pérez, Alberto C. 1989. Rodrigo Gil de Hontañón y la iglesia colegial de Peñaranda de Duero (Burgos). *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*. 55: 398–401.

López Martínez, Celestino. 1929. *Notas para la historia del arte. Desde Jerónimo Hernández hasta Martínez Montañés*. Sevilla, Tipografía Rodríguez, Jiménez y Cª.

López Martínez, Celestino. 1932. *Notas para la historia del arte. Desde Martínez Montáñés hasta Pedro Roldán*. Sevilla, Tipografía Rodríguez, Jiménez y Cª.

Losada Varea, Celestina. 2004. Pedro Díez de Palacios y la portada de la iglesia de Gumiel de Izán. *Biblioteca. Estudio e investigación*. 19: 375–402.

Losada Varea, Celestina. 2007. *La arquitectura en el otoño del Renacimiento. Juan de Naeda (1590–1638).* Santander, Universidad de Cantabria.

Martínez Frías, José María. 1980. *El gótico en Soria. Arquitectura y escultura monumental.* Salamanca, Universidad de Salamanca.

Moral García, Jesús. 1991. Evolución de la población de Aranda de Duero en los primeros tiempos de la Edad Moderna. Siglos XVI y XVII. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 6: 159–189.

Nuño González, Jaime. 2003. Aranda y sus tierras en el siglo XVI: ambiente histórico en un tiempo de grandes empresas. *Biblioteca. Estudio e investigación*. 18: 9–37.

Peribáñez Otero, Jesús. 2016. La proyección espacial de las órdenes mendicantes: franciscanos y dominicos en la Ribera del Duero. *Biblioteca. Estudio e investigación*. 31: 261–283.

Redondo Cantera, María José. 2003. Esculturas del Renacimiento en las aguas durolenses. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 18: 281–314.

Sánchez Rivera, José Ignacio. 2011. Las torres del siglo XVI en la Ribera del Duero: de la atalaya al mundo urbano. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 26: 137–160.

Sánchez Rivera, José Ignacio. 2012. La estela del Escorial en la Ribera del Duero: la traza urbana de Pesquera. *Biblioteca. Estudio e investigación.* 27: 53–78.

Valdivieso, Enrique. 1975. *Catálogo Monumental de la provincia de Valladolid. Tomo VIII. Antiguo partido judicial de Peñafiel.* Valladolid, Diputación de Valladolid.

Zamora Lucas, Florentino. 1965. *La villa de Roa. Su historia, su colegiata, varones ilustres.* Madrid, Escuela Gráfica Salesiana.

Zaparaín Yáñez, María José. 2002. *Desarrollo artístico de la comarca arandina. Siglos XVII y XVIII.* Burgos: Diputación Provincial de Burgos.

Zaparaín Yáñez, María José. 2012a. El valle del Duero, territorio y núcleos durante la Edad Moderna. De Almazán a Valbuena de Duero. *Biblioteca. Estudio e investigación*. 27: 249–285.

Zaparaín Yáñez, María José. 2012b. *La villa de Vadocondes, bien de interés cultural*. Burgos, Ayuntamiento de Vadocondes.

Zaparaín Yáñez, María José. 2013. Con otros ojos. La promoción nobiliar femenina en la Ribera burgalesa del Duero. Siglos XVI y XVII. *Biblioteca. Estudio e investigación*. 28: 261–298.

El método de los conos como desarrollo gráfico-analítico de la forma y del trazado geométrico en las construcciones abovedadas de los Vandelvira. La capilla desigual por lados cuadrados como caso de estudio singular

Antonio Estepa Rubio
Jesús Estepa Rubio

Abordaremos un análisis gráfico estricto sobre la morfología, la configuración y la planificación desplegadas por Alonso de Vandelvira en su tratado y por Andrés de Vandelvira en su obra ejecutada para poner en pie los novedosos sistemas de abovedado esférico que, gracias a ellos, hemos recibido en herencia.

Para conseguir con exactitud los patrones necesarios para acometer el desbaste del material pétreo extraído de la cantera, Vandelvira recurre al artificio geométrico de inscribir un cono en cada hilada esférica, de forma que las dovelas, por decirlo de un modo visual, habrían dejado impresa su silueta de intradós en cada cono antes de desarrollarlos por niveles y obtener los correspondientes patrones.

Dentro del método de los conos, cabría hacer una clara diferenciación de acuerdo con la proyección que se erija como principal para el desarrollo del trazado pretendido; esto es, utilizando un léxico más vulgar, podemos decir que existen diferencias en la formalización del método de cálculo en función de que el trazo final que queramos obtener, ya sea un segmento, o por el contrario, un arco de circunferencia. Ello irremediablemente nos obliga a resolver el cálculo gráfico de dos formas distintas, por un lado desde la intrusión en la proyección vertical de un cono de revolución con su eje de giro perpendicular al plano horizontal, lo que engendraría un trazo circular en la proyección de la planta, o por otro lado, si en la planta buscamos una proyección de despiece en tramos rectos, la intrusión del cono en la proyección vertical la haremos de forma que el eje de giro del cono sea paralelo al plano horizontal.

Soportaremos esta explicación a partir de dibujos en proyección diédrica sobre los que levantaremos tridimensionalmente el caso de estudio que vamos a desarrollar en profundidad, esto es, la capilla desigual por lados cuadrados.

Aproximación conceptual

Como sabemos la esfera es una superficie ideal cuya construcción por adición de fragmentos planos resulta matemáticamente imposible, salvo en el caso de que redujésemos las partes a sumar en elementos infinitesimales, lo cual desde el punto de vista de la construcción resulta también materialmente imposible. Por ello fue imprescindible encontrar un método de aproximación iterativa que les permitiera reducir el problema a otro similar, que ahora sí, pudiese ser atajado desde las posibilidades de las técnicas constructivas, que cómo cualquier otra actividad que nace de la mano del hombre, se caracteriza por tolerar en mayor o menor medida la imperfección (figuras 1 y 2).

Para conseguir los patrones necesarios para el desbaste de las piedras extraídas de la cantera, Vandelvira recurre al artificio geométrico de inscribir un cono en cada hilada, de forma que las dovelas, por decirlo de un modo gráfico, habrían dejado impresa su silueta de intradós en cada cono antes de desarrollarlos

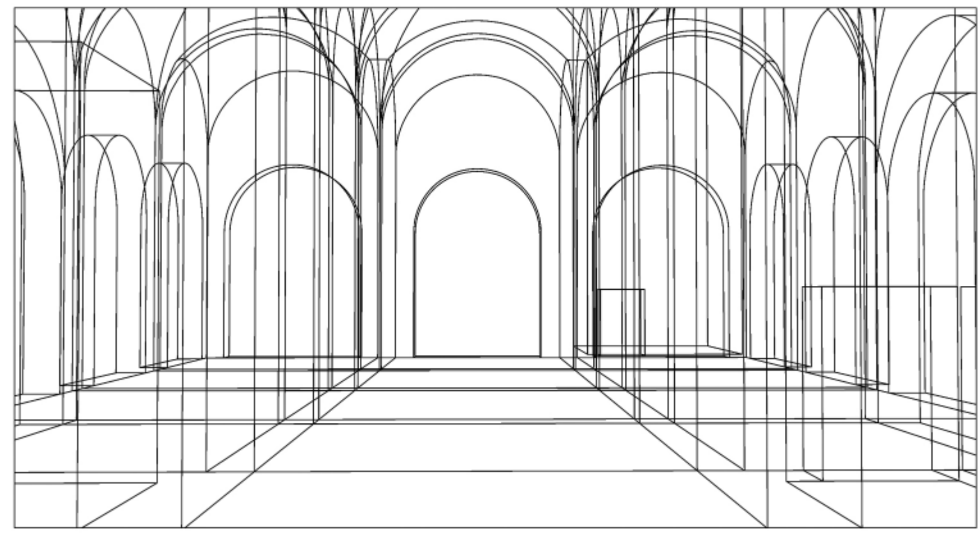


Figura 1
Esquematización del espacio interior de Iglesia Parroquial de la Inmaculada Concepción en Huelma. Dibujo de Antonio Estepa Rubio.

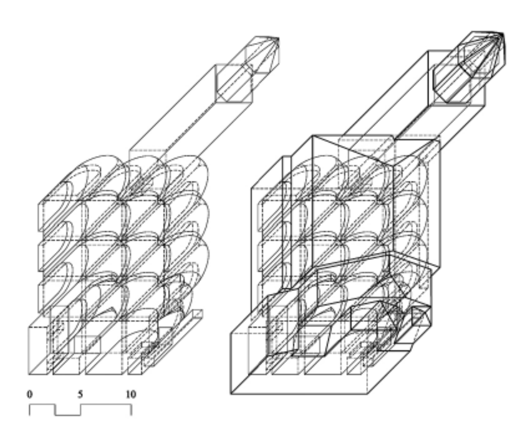


Figura 2
Perspectivas militares sobre las secuencias espaciales de configuración formal de la Iglesia Parroquial de la Inmaculada Concepción en Huelma. Dibujos de Antonio Estepa Rubio.

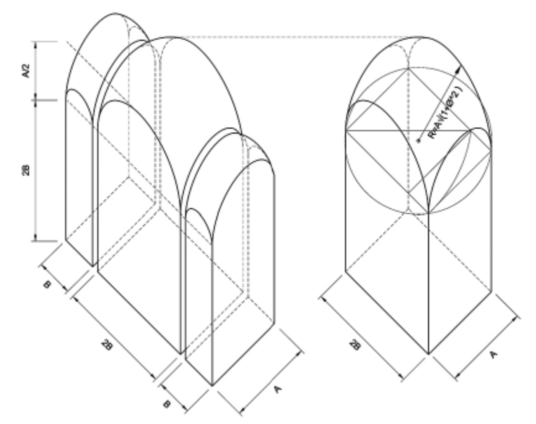


Figura 3
Esquema de cubrición espacial por bóvedas vaídas. Dibujo de Jesús Estepa Rubio.

por niveles y obtener los correspondientes patrones (figura 3).

El método de los conos que emplea Vandelvira para la determinación de los cortes exactos que tenía que ir acometiendo para la resolución de cada uno de los casos y posteriormente para el cálculo de cada una de las familias de dovelas y/o los casos particulares que fuesen resultando, se fundamenta en los teoremas de intersección de cuádricas (figura 4), más concretamente a la intersección de cúadricas de revolución, y de forma específica en el caso de intersección de superficies de ejes paralelos; los enunciados

de estos teoremas fundamentales son estos (Izquierdo Asensi 2000, 116):

1. Cuádricas con un plano de simetría común. La intersección de cuarto orden se proyecta sobre este plano, según una curva de segundo orden.
2. Cuádricas bitangentes. Se cortan, según dos cónicas que pasan por los puntos de tangencia puntos dobles de las superficies.
3. Ejes concurrentes. La intersección se proyecta ortogonalmente sobre el plano de los ejes, según una hipérbola.
4. Ejes concurrentes y circunscritos a una esfera. Se cortan según dos cónicas que se proyectan sobre el plano de los ejes según dos rectas.
5. Ejes paralelos. La intersección se proyecta sobre el plano de los ejes, según un arco de parábola de eje normal al de las cuádricas.

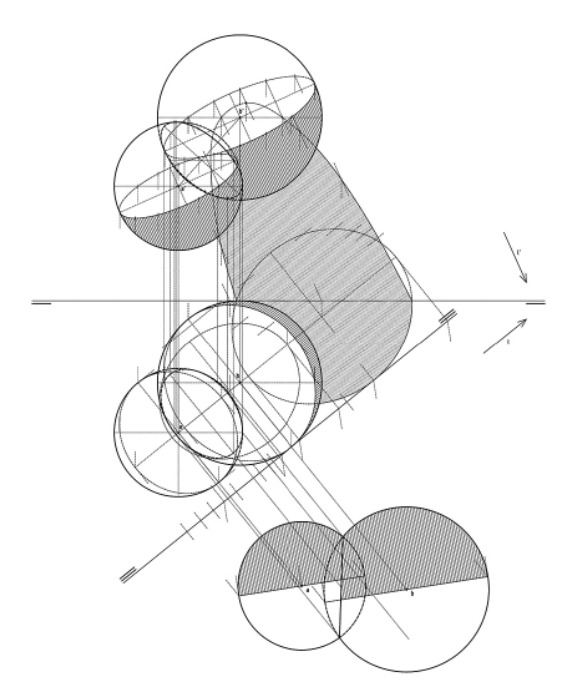


Figura 4
Ejemplo de aplicación de los teoremas de intersección de cuádricas para la resolución de bóvedas concatenadas. Dibujo de Antonio Estepa Rubio.

Formulación teórica y gráfica

Dentro del método de los conos, cabría hacer una clara diferenciación, de acuerdo con la proyección que se erija como principal para el desarrollo del trazado pretendido; esto es, utilizando un léxico más vulgar, podemos decir que existe una diferenciación en la formalización del método de cálculo en función de que el trazo final que queramos obtener sea un trozo de recta, o por el contrario sea un trozo de circunferencia. Ello irremediablemente nos obliga a resolver el cálculo gráfico de dos formas distintas, por un lado desde la intrusión en la proyección vertical de un cono de revolución con su eje de giro perpendicular al plano horizontal, lo que engendraría un trazo circular en la proyección de la planta, o por otro lado, si en la planta buscamos una proyección de despiece en tramos rectos, la intrusión del cono en la proyección vertical la haremos de forma que el eje de giro del cono sea paralelo al plano horizontal.

Para entender cómo trabaja este método nos apoyaremos en la figura que se muestra, para la cual se ha supuesto la premisa de que el desarrollo estereotómico anhelado tiene trazado circular, esto es, la intrusión del cono auxiliar en la proyección vertical (alzado) tiene eje de giro perpendicular al plano horizontal de proyección (planta), y además, para que la intersección sea una curva cónica en el espacio (y no cuártica tal cual determinan los teoremas generales) se hace que el centro de la esfera quede contenido en el eje de revolución del cono (figura 5).

Este cono auxiliar pasará por los puntos extremos que definen la dovela en el alzado, para el croquis representado, los puntos A y B, que son los extremos por donde pasarán las curvas de intersección de la esfera y el cono[1], que estará acotado por un desarrollo angular, con un ángulo de valor ß, que es el que acota el trazado del despiece, y que en definitiva es el que se traza en el dibujo. El valor angular ß se obtiene por un procedimiento gráfico que nos permite calcular la verdadera magnitud del desarrollo, que evidentemente en la proyección horizontal no se conoce de un modo directo, pues como sabemos pierde su magnitud al ser estirado de acuerdo con la parte proporcional equivalente que le corresponde.

En realidad la transformación plana de un sector de esfera no se puede hacer con un único cono que pasa por su intradós, en tanto que la equidistancia entre las cotas verticales (para nuestro dibujo llamadas

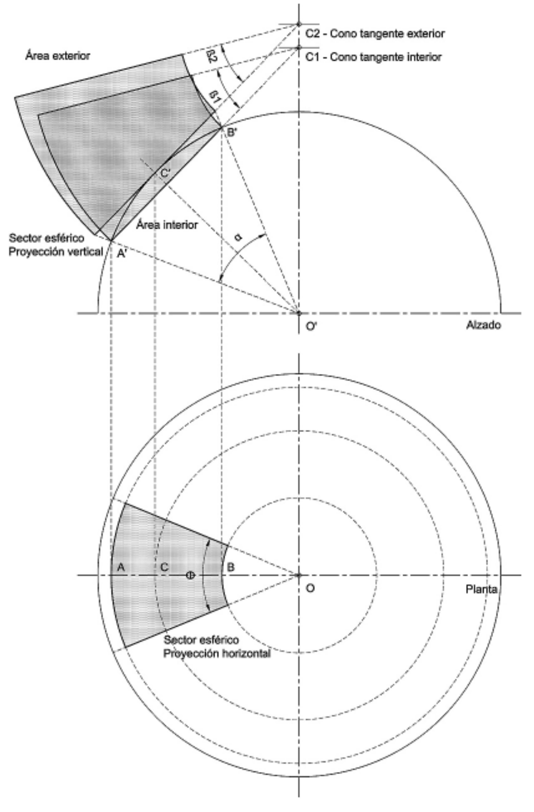


Figura 5
Procedimiento geométrico de cálculo de un fragmento de esfera a partir de la intrusión de un cono equivalente. Dibujo de Antonio Estepa Rubio.

A y B) implican una imperfección directamente proporcional a la magnitud de ésta. Por lo tanto para acercarnos a una solución exacta existen dos procedimientos de carácter geométrico; la primera opción pasa por disminuir el tamaño de la pieza que estemos calculando, lo que de algún modo se contradice con el espíritu global del procedimiento, que pretende construir una idea de *lo moderno* claramente separada de *lo romano* (en lo compositivo y en lo constructivo) y que se aleja del modelo conceptual estereotómico para reencontrarse con la albañilería[2]; el segundo método, es sin duda alguna más complejo, enrevesado, toda vez que enfermizamente minucioso y purista, consiste en calcular cada pieza un mínimo de dos veces, una vez de acuerdo con las premisas generales que hemos determinado, es decir, pasando un cono por el intradós de la esfera a partir de las cotas máximas definidas por sus equidistancias extremas en proyección horizontal (en el dibujo al que nos referimos A y B), y por segunda vez pasando un cono tangente al trasdós de la esfera, en el punto definido por la intersección de una recta perpendicular al segmento definido por la unión de las cotas extremas (A y B) y el contorno aparente de la proyección vertical de la esfera (punto C de nuestro dibujo), o lo que es lo mismo, el punto definido por la bisectriz del valor angular de la proyección vertical α[3] y el contorno aparente vertical de la esfera; una vez calculadas estas dos operaciones, la superficie exacta del desarrollo matemáticamente perfecto (resuelto de un modo gráfico) sería la media de las superficies halladas por el desarrollo del cono del trasdós y el intradós[4].

Justificación formal

Para resolver este planteamiento es necesario y de clara aplicación el conocimiento sobre cómo intersecar superficies en el espacio, como vemos no solamente para el diseño del arquetipo, sino irremediablemente para su transformación en dovelas que permitiesen edificarlo, y una vez resuelta la composición tener la suficiente pericia para poder reducir la geometría a patrones extraídos de un cono de revolución, por lo cual será pertinente saber qué procedimiento de cálculo gráfico se empleaba para acometer esta empresa.

Dicho lo anterior habría que matizar diciendo que las reflexiones geométricas a las que nos hemos referido tienen un carácter absolutamente abstracto y conceptual, en tanto que la proporción entre la definición espacial del vano a cubrir y la formalización de la pieza de construcción empleada, hace que la imperfección fruto de la transfiguración del sector esférico del intradós en un sector de cono, sea absolutamente despreciable e imperceptible (aun cuando estas piezas, vistas y comparadas con la escala humana resulten ciertamente voluminosas).

Cuando la superficie de la dovela se complejice en geometrías poligonales, deformaciones ovales o elípticas del círculo, se originarán conos auxiliares de muy diversas naturalezas y características. No estamos hablando del cono en cuanto figura rígidamente definida, sino en cuanto a manipulación instrumental de la convergencia de un punto de líneas tangentes a

una cierta diversidad de superficies (Ampliato Briones 1996, 125). Se trata de un planteamiento geométrico que, procediendo de un campo de aplicación completamente diferente, resulta perfectamente análogo al utilizado para la resolución de los problemas perspectivos (Barrañón 2006, 149–158) mediante la conocida pirámide visual de Alberti. Cantería y perspectiva constituyen en definitiva dos vertientes diferentes de una serie de experiencias en geometría aplicada (que se amplía a otras disciplinas) de las que va surgiendo progresivamente, por diversas vías y mediante consolidaciones parciales, todo un sistema de relaciones que se corresponden con un nuevo concepto de *espacio geométrico*, que en hoy día denominamos como *espacio proyectivo* (Ampliato Briones 1996, 126).

Aunque en principio, y pese a las analogías geométrica detectadas, puedan parecer dos mundos diversos o difícilmente relacionables, no podemos descartar en absoluto el que pudiera haber surgido en un determinado momento, con la consiguiente invención de ciertos juegos formales específicos, una convergencia intencionada de experiencias tan aparentemente diversas como las que rodean al control visual del espacio perspectivo, por un lado, y a la resolución de los despieces de cantería por otro. Así, un ejercicio interpretativo aparentemente trivial es el que nos propone el profesor Antonio Ampliato Briones para comprender esta semejanza, y se fundamenta en que la trompa avenerada que Andrés de Vandelvira diseña para el Convento de La Guardia en Jaén (figura 6), se reviste a la luz de la anterior hipótesis de una inesperada densidad conceptual, en tanto que la solución ideada plantea con sencilla elocuencia la superposición de las dos sistematizaciones geométricas[5] puestas en juego por el arquitecto (Ampliato Briones 1996, 127).

Esta investigación pretende ser especialmente purista en cuanto a la definición de los supuestos teóricos que soportan idealmente los procedimientos empleados por los tracistas, por ello ahondamos en los mecanismo que deben ser empleados para resolver convenientemente las operaciones gráficas a las que nos hemos referido anteriormente.

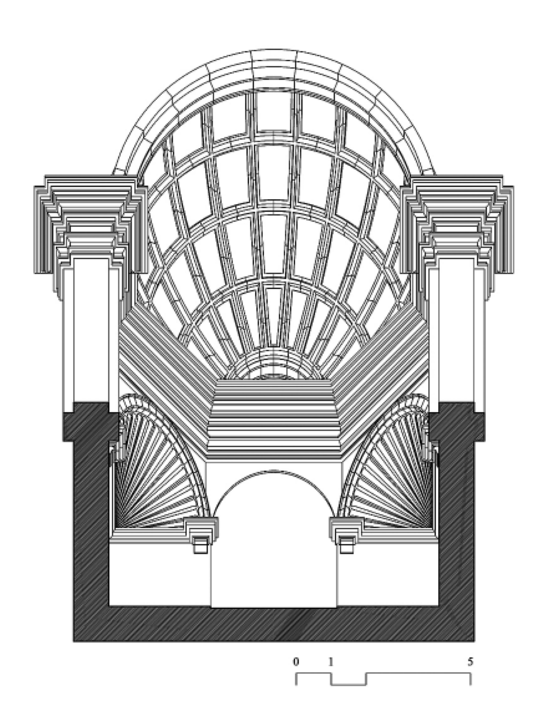


Figura 6
Axonometría egipcia cenital del ochavo de La Guardia. Dibujo de Antonio Estepa Rubio.

Cálculos gráficos de apoyo

Con arreglo a lo expuesto, se hace especial hincapié en que la ponderación planimétrica del desarrollo de una superficie cónica se obtiene a través de la definición de un valor angular que acote cuál es la generatriz inicial y cuál es la generatriz final entre las que se pueden encerrar las infinitas generatrices que componen el cono.

Este valor angular es hallado a partir de una proporción constante entre el radio de la circunferencia que limita la longitud de la generatriz y esta misma longitud definida en la cota de giro; así la fórmula empírica que define el ángulo que nos interesa calcular para conocer el desarrollo vendrá dada por la expresión siguiente: .

Pero la formulación empírica citada resulta incómoda, además de impertinente, pues parece más operativo obtener este valor angular también desde una operativa de cálculo apoyada en su totalidad sobre un código gráfico.

Para resolver el valor angular se parte del trazo de una circunferencia de valor la generatriz del cono G (figura 7); en el cuadrante inferior de ésta hacemos

tangente una circunferencia con valor del radio del cono R, y en su cuadrante superior trazamos un arco con valor tres cuartas partes de la generatriz, lo que nos permite calcular el punto 2, que será uno de los extremos del dibujo. Por otro lado en el cuadrante inferior de la circunferencia de radio R trazamos un arco con valor tres cuartas partes del radio, que nos permite calcular el punto 1, que en su unión con el punto b, nos acota la posición del punto C, que será el centro de un arco de circunferencia con radio C-T, dirimiendo la posición del punto B, que es el otro extremo que queremos calcular. La unión de los dos puntos extremos B-2, al cortar con la circunferencia de radio la generatriz G, permite definir la posición extrema de la generatriz que cierra el desarrollo; por simetría calculamos la otra mitad restante y así se habrá definido el valor angular a.

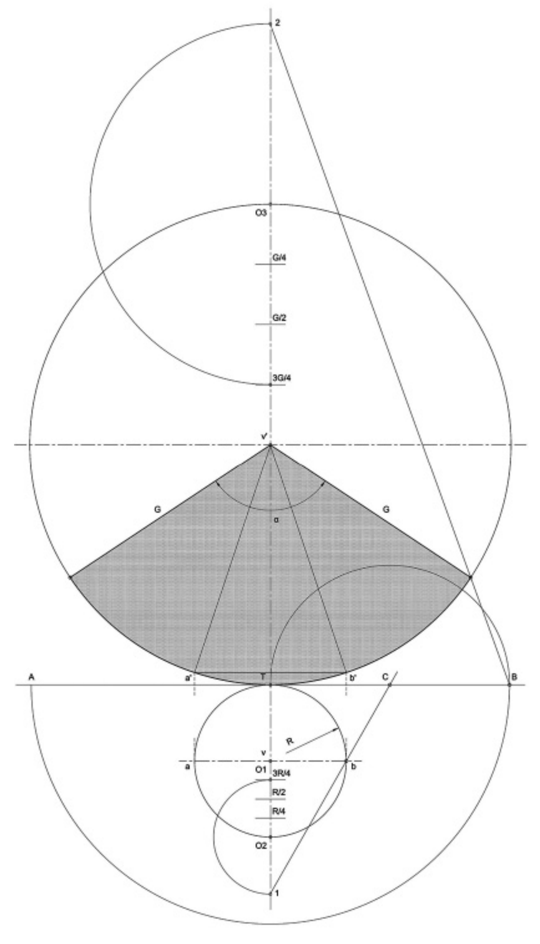


Figura 7
Desarrollo gráfico de un cono recto. Dibujo de Antonio Estepa Rubio.

Tal y como hemos explicado, obtenido el valor angular, la reducción planimétrica de la superficie cónica resulta gráficamente al definir un sector de circunferencia acotado por un ángulo a con un radio igual al de la longitud G de la generatriz del cono. Esta operación gráfica resultará fundamental para comprender cómo calcular las piezas que componen cada hilada, pues no en balde para la construcción de cada una de ellas habría que trazar un patrón que sirviese para trabajar las piedras todavía sin desbastar, extraídas desde la cantera. Así pues este sistema de dibujo fue una de las mecánicas fundamentales con las que Alonso de Vandelvira reprodujo idealmente buena parte de las soluciones desarrolladas en los trabajos de su padre.

Desde esta misma lógica podemos analizar la geometría natural de una pechina (que a priori idealizaremos), puesto que si la comprendemos por asimilación a un cono, fragmento de cono o tronco de cono, la definición de los patrones que se necesitan para cortar cada una de las piezas que la componen, responderán siempre a esta operativa de cálculo gráfico infalible. Si además nos aprovechamos del continuo empleo de los planos simetría que muy rutinariamente se utilizaban para formalizar las composiciones espaciales de los modelos, entonces el trabajo se acotaría cuantitativamente, pues bastaría con emplear una misma plantilla en su haz o en su envés, con una posición o con otra, para conseguir replicar varias de estas piezas ciertamente únicas y diferenciadas para una misma geometría parcial[6].

Desde esta postura abstracta, y desde el manejo conjugado de la geometría y la construcción, podemos llegar a generalizar cualquier sistemática de trabajo desarrollada a partir del método de los conos. Es tan así que el propio Alonso de Vandelvira programa un método general a base del cruce de alteraciones de la misma solución, tal y como nos muestra para la *capilla desigual por lados cuadrados* (Barbé Coquelin De Lisle 1977, [Fol. 63r.]), donde nos propone el cruce de hasta cuatro familias de conos independientes, y que gráficamente se manifiestan con rotundidad (figura 8).

Hay que tener presente que la *capilla desigual por lados cuadrados* se contiene toda ella en una única

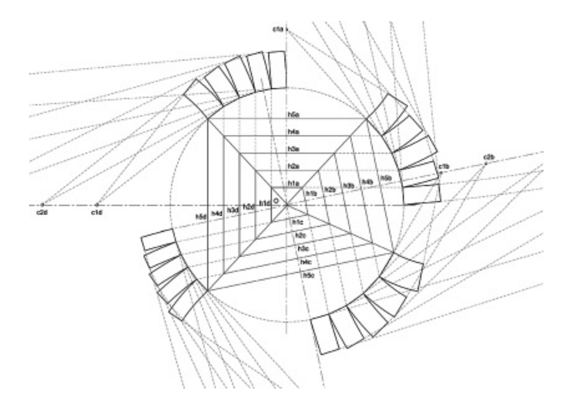
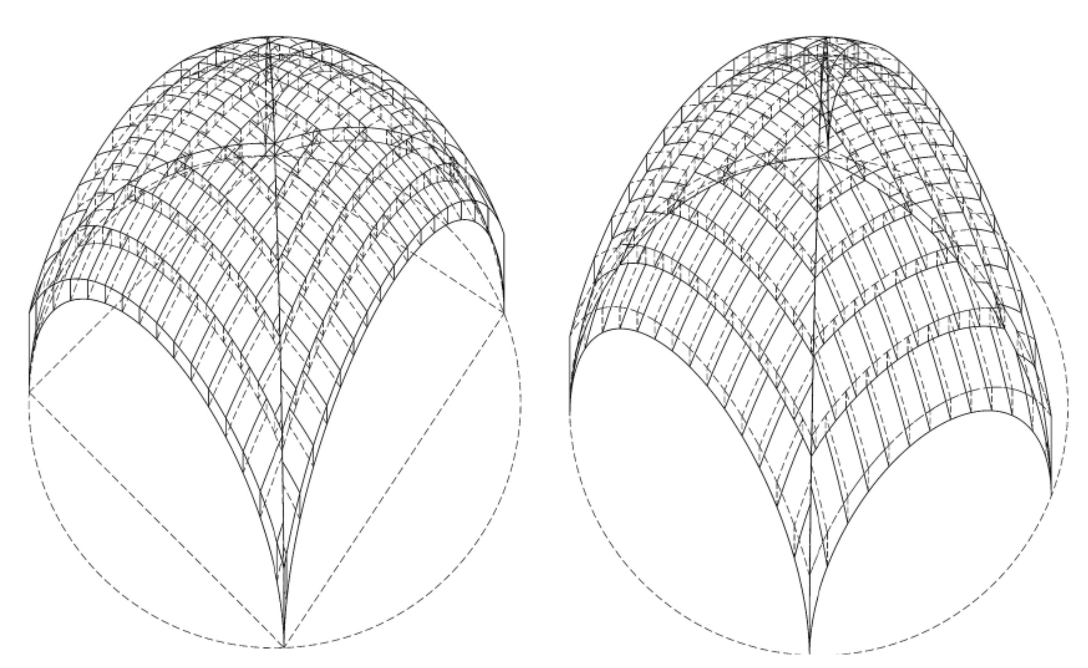


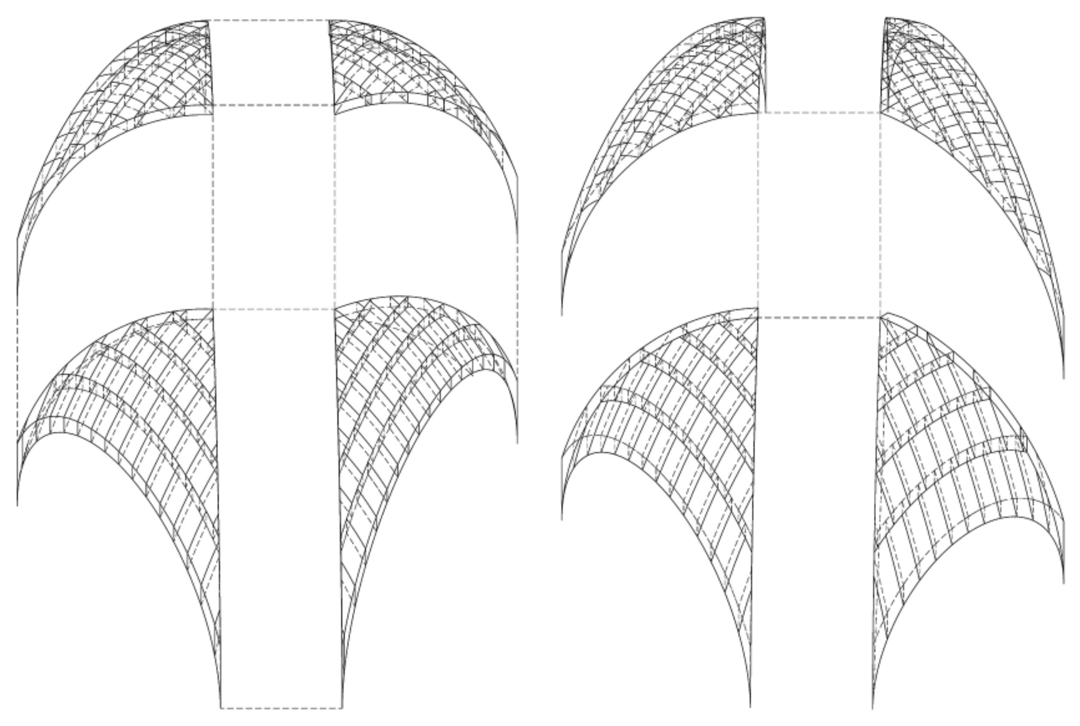
Figura 8
Trazado geométrico de la «capilla desigual por lados cuadrados» definida por Alonso de Vandelvira. Dibujo de Antonio Estepa Rubio.

superficie esférica, puesto que la solución de disgregación estereotómica en cuatro procedimientos diferenciados solamente responde a una forma de demostración de que con una misma geometría también se puede dar cobertura a un espacio definido por un polígono de lados desiguales. Cada uno de los lados de la perimetral de la capilla engendrará una familia de conos sectores de eje horizontal, que sobre la planta se dibujan como segmentos paralelos a la perimetral exterior, y que como es natural, se encontrarán con la familia de cortes que tiene, a cada uno de sus lados, en las bisectrices que se trazan desde las maestras sobre los contornos que definen la capilla por su exterior (figuras 9 y 10).

Si en la *capilla redonda en vuelta redonda* existe una simetría biaxial que simplifica la ejecución notablemente, y por ende su trazado, para la *capilla desigual por lados cuadrados* no cabe emplear la simetría como mecanismo de reducción de las operativas gráficas. No obstante habría que tener en consideración que esta solución se utilizó normalmente como sistema de cierre de estructuras mayores, fundamentalmente cuando tocaba acomodar un diseño sobre un disposición concreta, siendo su solución por tanto residual (figuras 11 y 12).



Figuras 09 y 10
Axonometrías militares aérea y cenital del despiece estereotómico de la «capilla desigual por lados cuadrados». Dibujos de Antonio Estepa Rubio.



Figuras 11 y 12
Axonometrías militares explosionadas aérea y cenital del despiece estereotómico de la «capilla desigual por lados cuadrados». Dibujos de Antonio Estepa Rubio.

Conclusiones

De acuerdo con lo dicho podemos concluir que Andrés de Vandelvira, conjuntamente con otros maestros de su tiempo, supo definir un nuevo lenguaje para dar respuesta a las complicadas situaciones geométricas con las que se enfrentaban.

En este sentido, el desarrollo y la puesta a limpio de esta forma de proceder, de este método gráfico, vine a confirmar nuestra tesis de que en aquel momento se generó un profundo interés por aunar diseño y construcción, o lo que es lo mismo, se procuró ser muy eficiente a la hora de resolver las decisiones ejecutivas que implicaban a elementos parciales del diseño.

Como colofón final, simplemente apuntar que este método no es sino la base sobre la que posteriormente se implementaron operativas más complejas, que en definitiva no hacían sino buscar la forma más sencilla para poder abatir sobre el plano fragmentos de distintas superficies, en general, con secciones de varias curvaturas.

Notas

1. Las curvas de intersección del cono y la esfera se resuelven como dos circunferencias homotéticas (una de entrada y otra de salida, por ser una intersección «tipo penetración») con sus centros contenidos en el eje de giro del cono. La intersección cuártica se reduce a dos cónicas (dos curvas de segundo grado que sumadas equivalen a una curva de cuarto grado en el espacio), por el hecho de que el eje de giro contiene al centro de la esfera. De acuerdo con los teoremas generales, la proyección vertical en el plano de los ejes (o uno paralelo a él) reduce su grado a la mitad, de forma que en la intersección del cono y la esfera (intersección de cuádricas de ejes paralelos) la proyección se torna en un arco de parábola, si bien al ser coincidentes los ejes de revolución de ambas superficies (paralelismo infinitamente

próximo), el vértice de la parábola estará en el infinito, por lo cual el arco de parábola muta en dos segmentos de rectas paralelas (que no son sino las ramas de una parábola degenerada por su distancia extrema).

2. Si esta fuera la solución, el método se caería por su propio peso, puesto que si disminuimos excesivamente el tamaño de la dovela, entonces la forma específica de cada una de las hiladas distorsionan en semejanza hasta una proporción intermedia que permitiría que todas ellas pudiesen ser homogeneizadas, esto es, las dovelas distorsionarían en lo que vulgarmente llamamos ladrillos.
3. El valor angular de la proyección vertical igualmente proyecta su valor en verdadera magnitud, si bien este ángulo no nos sirve para el desarrollo de la superficie, puesto que tanto sólo es una entidad referencial que nos sirve de soporte para el cálculo de la tangencia extrema de la pieza. El punto de tangencia real de este cono en el espacio será el que se define de este modo en su proyección vertical, y cumple la particularidad de estar contenido en el plano bisector de la dovela, esto es, tiene su proyección horizontal contenida en la bisectriz del ángulo ß.
4. Ciertamente, si hacemos infinitesimal la distancia entre A y B, resulta que el punto C se hace coincidente con los dos anteriores, y por ende los dos conos (del intradós y el trasdós) se hacen igualmente coincidentes entre sí.
5. El vértice del cono desde el que se desarrollan las superficies de las dovelas es exactamente el mismo vértice que simboliza el punto de fuga del imaginario espacial ideal en el que permanecen suspendidas las figuras. Se demuestra así (con este fabuloso ejemplo de Andrés de Vandelvira) como el maridaje de los dos procedimientos geométricos, de composición y de dominio constructivo del espacio físico arquitectónico, tienen una lógica teórica e intelectual común que se sustenta en procedimientos abstractos que pudieron ser empleados en casos y situaciones dispares, y es por ello por la que ciertas imágenes pueden alcanzar un cierto valor paradigmático del contexto teórico en el que se desenvuelve la arquitectura que venimos analizando.
6. Hemos de posicionarnos en el hecho de que en el siglo XVI no existían procedimientos mecánicos avanzados que permitieran la repetición seriada, por lo cual resultaba fundamental ahondar en la economía de los medios empleados. Es por ello por lo que el desarrollo de estrategias de simplificación formal adquiere una importancia mayúscula, en tanto que según lo explicado, el uso inteligente de una misma plantilla de desbaste ahorraba el tener que hacer un modelo para cada traza, lo cual irremediablemente implicaría un aumento del tiempo repercutido para la extracción de cada una de las dovelas de la fábrica y paralelamente un aumento del coste por jornales.

Lista de Referencias

Ampliato Briones, A. 1996. *Muro, orden y espacio en la Arquitectura del Renacimiento Andaluz: Teoría y práctica en la Obra de Diego Siloé, Andrés de Vandelvira y Hernán Ruiz.* Sevilla: Universidad de Sevilla y Consejería de Obras Públicas y Transportes.

Barbé Coquelin De Lisle, G. 1977. *El tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira: Edición con introducción, notas, variantes y glosario hispano-francés de arquitectura.* Madrid: Confederación Española de Cajas de Ahorros.

Barrañón, A. 2006. La pirámide visual en la Physica de Fray Alonso de la Veracruz. *Memorias del Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, 149–158. México: Academia Mexicana de Ciencias.

Calvo López, J. 2002. Superficies regladas desarrollables y alabeadas en los manuscritos españoles de cantería. *IX Congreso internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-visión: Enfoques en docencia en investigación (9º:2002: La Coruña),* 337–342. La Coruña: Universidad de A Coruña.

Calvo López, J. 2005. Estereotomía de la piedra. *I Máster de Restauración del Patrimonio Histórico*, 115–152. Murcia: Colegio de Arquitectos - Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

Castaño Perea, E. 2012. Trazas renacentistas en dos cúpulas de Vandelvira: Teoría y Praxis. En *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica.* Nº 21, 140–149. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Chueca Goitia, F. 1995. *Andrés De Vandelvira, Arquitecto.* Jaén: Ed. Riquelme y Vargas.

Cruz Isidro, F. 2001. *Alonso de Vandelvira (1544–ca. 1626/7) tratadista y arquitecto andaluz*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones.

Estepa Rubio J. y Estepa Rubio A. 2013. Análisis formal y trazado geométrico de la bóveda vaída en el espacio sacro del arquitecto Andrés de Vandelvira. *International Workshop Architecture, Education and Society. International Seminar Arquitectonics Network* (6º:2013: Barcelona). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Estepa Rubio A. y Estepa Rubio J. 2016. El método de los gajos como sistema de control en el trazado y la construcción de las cubriciones abovedadas vandelvirianas. En *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica.* Nº 27, 232–241. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Galera Andreu, P. 2000. *Andrés De Vandelvira.* Tres Cantos (Madrid): Ed. Akal.

Izquierdo Asensi, F. 2000. *Geometría Descriptiva* (24º Edición). Madrid: Ed. Paraninfo.

Natividad Vivó, P. 2012. Las pechinas de las bóvedas baídas en el manuscrito de Alonso de Vandelvira. *XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la*

Edificación (11º:2012: Valencia). Investigación gráfica, 321–328. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Natividad Vivó, P. y Calvo López, J. 2012. Precisión del trazado de plantillas para pechinas de baídas por hiladas redondas según el manuscrito de Vandelvira. *VI Jornadas de introducción a la investigaci*ón de la UPCT, abril 2013, nº 6, 16–18. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

Rabasa Díaz, E. 2013. Estereotomía: teoría y práctica, justificación y alarde. En *Informes de la construcción*. Nº 65 (Extra nº 2), 5–20. Madrid: Centro Superior de Investigaciones Científicas.

La influencia de las técnicas constructivas y compositivas del Barroco en la arquitectura tradicional del País Vasco. Caso de estudio del Valle del Lea

Matxalen Etxebarria Mallea

El caserío tradicional del País Vasco nace a finales del siglo XV como modelo constructivo y se establece en el territorio rural como principal tipo edificatorio hasta el siglo XIX, evolucionando con las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de cada época. Esta evolución tipológica responde a los periodos clásicos de la arquitectura; un periodo inicial gótico-renacentista, un periodo barroco de gran calidad compositiva y constructiva y la decadencia con el neoclasicismo. Es por tanto, el periodo central el que mayor experimentación y riqueza muestra.

Del estudio del conjunto del valle, se obtiene, que el caserío de este periodo no fue un tipo edificatorio de planta nueva exclusivamente, sino que fue también producto de la intervención sobre caseríos del periodo anterior. Se analizan ambas tendencias mediante el estudio comparativo del origen, emplazamiento, sistema constructivo, materiales, proporciones, composición y envolvente.

Introducción

La «arquitectura tradicional» (Instituto del Patrimonio Cultural de España 2014) del País Vasco, el caserío o «baserri», es un «tipo de edificio» que obedece a «un modelo arquitectónico con identidad específica» que nace a finales del siglo XV (Santana et al. 2001, 1: 25) o a mediados del mismo siglo según la última teoría desarrollada (Susperregi et al. 2017, 11: 695–708), y que se establece en el territorio rural vasco como principal tipo edificatorio hasta el siglo XIX.

Aunque se caracterice por ser una arquitectura doméstica rural, las técnicas constructivas y compositivas del estilo arquitectónico barroco, también han influido en su evolución derivada del proceso antropológico, socioeconómico, arquitectónico y cultural que caracteriza a este tipo de patrimonio.

El tipo edificatorio es un edificio multifuncional, compacto y con división interior mediante muro medianil transversal, siendo esta última una característica propia del tipo vizcaíno. Son la topografía y la orientación solar los factores que determinan la orientación de su fachada principal adaptándose a las curvas de nivel que ofrece el propio terreno, alineando la cumbrera de su tejado, generalmente de dos aguas y de moderada inclinación (35–45%), con las mismas.

Aunque se caracterice por su tendencia al aislamiento estructural, no comparte medianeras ni funciones, los ejemplares más antiguos ocupan las zonas del territorio con mejores condiciones medioambientales, donde las oscilaciones térmicas son menores, formando pequeños núcleos. Son los ejemplares más tardíos aquellos que se aíslan por completo en todo el territorio del valle situándose «cada vez a más altura o más alejado del núcleo urbano» (Aragón Ruano 2011, 12: 31).

Un buen número de ejemplares que todavía mantienen estos rasgos identitarios puede encontrarse en el valle del río Lea, en la comarca vizcaína de Lea-Artibai.

Como consecuencia, el desarrollo del estudio se ha llevado a cabo complementando la investigación documental y la labor de campo, enfocada en la búsqueda de ejemplares para los casos de estudio, de los cuales se han elaborado levantamientos arquitectónicos y detalles constructivos, sobre la previa consulta del catastro digital de la Diputación Foral de Bizkaia[1], y tomado fotografías que permitan documentar la evolución constructiva, técnica e intervenciones del periodo barroco.

El marco geográfico

El valle del río Lea forma parte de la comarca vizcaína de Lea-Artibai, situado en el extremo nororiental del Territorio Histórico y pertenece al área funcional de Gernika-Markina.

Es un valle estrecho y abrupto, altamente accidentado, con colinas y barrancos, donde el río Lea es el eje estructurante. La cuenca abarca una extensión de 100,53km², donde se agrupan los municipios de Munitibar-Arbatzegi-Gerrikaitz, Aulesti, Gizaburuaga, Amoroto, Mendexa, Ispaster y Lekeitio, siendo los cinco primeros el objeto de estudio.

Como resultado de la continua alternancia de colinas e interfluvios, puede considerarse la gran compartimentación del territorio una de sus características orográficas de identidad territorial que ha influido en la localización de los asentamientos favoreciendo su aislamiento.

Evolución del tipo edificatorio

Aunque las primeras referencias escritas de la actividad edificatoria del valle datan de la Baja Edad Media, periodo de fundación de las villas de Gerrikaitz (1366) (Enríquez Fernández 1991, 8) y Lekeitio (1325) (Velilla Iriondo 1993, 115), el modelo arquitectónico que se repite en la extensión de todo el valle, el caserío, es aquel que se asienta y agrupa en núcleos o la que se dispersa por todo el territorio, representando la tradición y el valor patrimonial de este tipo arquitectónico:

> El caserío responde volumétricamente al modelo de casa bloque, compacta, unifamiliar, exenta y con vocación estructural de aislamiento. Es una casa de grandes dimensiones, superiores a las de cualquier otra vivienda rural típica de regiones colindantes; una casa aglomerada, sin patios, galerías, voladizos, agregados o adosados. Es una célula con vocación de autoabastecimiento y que gracias a su amplio tamaño logra acoger en un edificio único, pero en dependencias especializadas, múltiples funciones, como las de vivienda, establo, granero, lagar, almacén, bodega, taller, desván, pajar, palomar, colmenar y otras (Santana et al. 2001, 1: 23).

Desde su nacimiento en el siglo XV hasta su decadencia en el XIX, evoluciona con las nuevas condiciones sociales, económicas y tecnológicas de cada época, logrando de este modo una evolución tipológica que corresponde a los «periodos clásicos del arte y la arquitectura» (Santana et al. 2001, 1: 47); un periodo inicial gótico-renacentista (finales del XV-mediados del XVII), un periodo barroco de gran calidad compositiva y constructiva (mediados del XVII-finales del XVIII) y la decadencia final con el neoclasicismo (XIX).

Es un modelo arquitectónico que «dentro de una unidad de caracteres aplicables a todas ellas, se observan caracterizadas variedades … que varían no solo de una provincia a otra, sino de un valle al inmediato» (de Yrizar 1929, 75).

Esta diversidad como modelo arquitectónico en función de la cronología, materialidad, composición y técnica constructiva ha sido evaluada por diversos autores (de Yrizar 1929; Baeschlin 1930; de Zabalo y

Tabla 1
Clasificación de la arquitectura tradicional del valle del Lea. Elaboración propia derivada de la fuente bibliográfica «Euskal Herriko baserriaren arkitektura» (Santana et al. 2001).

PERIODO TIPOLÓGICO	SIGLO	SUBDIVISIÓN TIPOLÓGICA
GÓTICO-RENACENTISTA	XV-XVII	Tipo 1.1. Vizcaíno
RENACENTISTA	XV-XVI	Tipo 2.1. De piedra, sin soportal
		Tipo 2.2. Entramado sobre soportal adintelado enmarcado
BARROCO	XVII-XIX	Tipo 3.1. Entramado sobre soportal adintelado
		Tipo 3.2. De piedra con soportal central adintelado
		Tipo 3.3. Soportal en un arco rebajado / medio punto
		Tipo 3.4. Soportal en un arco carpanel
		Tipo 3.5. Soportal en doble arco rebajado / medio punto
		Tipo 3.6. Soportal en doble arco carpanel
		Tipo 3.7. Mixto con soportal adintelado
		Tipo 3.8. Mixto con soportal en un arco
NEOCLÁSICO	XIX	Tipo 4.1. Mixto

	MUNITIBAR	AULESTI	GIZABURUAGA	AMOROTO	MENDEXA
GÓTICO-RENACENTISTA	8	1	0	0	0
RENACENTISTA	10	9	0	10	4
BARROCO	51	52	14	32	20
NEOCLÁSICO	8	3	1	0	1
SIN ESTILO MARCADO	12	20	1	12	9
TOTAL	**89**	**85**	**16**	**54**	**34**

Tabla 2
Cuantificación de la arquitectura tradicional en función de la división tipológica y municipio derivada de las referencias documentales y la labor de campo. Elaboración propia.

de Zabalo 1947; Caro Baroja 1971; de Madariaga 1977; Barrio Loza et al. 1990; Santana et al. 2001; Susperregi et al. 2017). Por consiguiente, derivada de la extensa literatura, es posible clasificar la mayoría de los ejemplares de arquitectura tradicional de esta área geográfica, en función de las variables y condiciones propias del valle.

Cabe mencionar, que dado su carácter evolutivo, es la lectura y análisis de la fachada principal aquella que se adopta para establecer los criterios de su clasificación. Por lo tanto, aunque existan indicios constructivos pertenecientes a épocas anteriores en alguna de las otras fachadas, el acceso en arco ojival de la fachada trasera por ejemplo, éstas no se consideran para su clasificación tipológica.

Tal y como se observa en la tabla 2, puede afirmarse que dentro del marco geográfico del valle del Lea también fue el periodo barroco el que mayor éxito, experimentación, evolución y adaptación tuvo.

Como consecuencia del estudio del conjunto, se obtiene, que el caserío del periodo barroco no fue un tipo edificatorio de planta nueva exclusivamente, sino que fue también producto de la intervención sobre caseríos ya existentes del periodo gótico-renacentista que se adaptaron a la demanda social, ampliando su ocupación en planta con la creación de una nueva crujía o adecuación compositiva correspondiente al nuevo estilo, es decir, intervenciones que han afectado a su volumetría y apariencia.

Por lo tanto, primeramente, es necesario conocer la tradición constructiva desde el origen para diferenciar las actuaciones.

El caserío gótico-renacentista

El caserío del periodo gótico-renacentista, se caracteriza por ser un edificio de planta rectangular (1,7/1; largo/ancho) con tres crujías longitudinales en la fachada principal, diferenciadas por su composición material. Los cuerpos laterales se levantan en aparejo de piedra arenisca con acabado en sillares esquineros y recercos

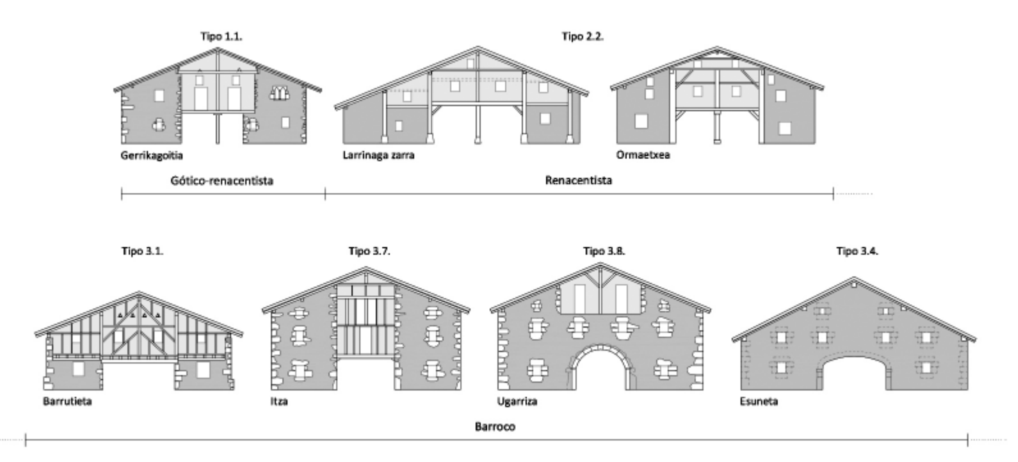


Figura 1
Grafismo de la evolución compositiva y material de la fachada principal de la construcción tradicional del valle del Lea. Ordenados de izquierda a derecha y de arriba abajo: Gerrikagoitia (barrio Gerrika, Munitibar), Larrinaga zarra (barrio Totorika, Munitibar), Ormaetxea (barrio Uriona, Munitibar), Barrutieta (barrio Gerrikaitz, Munitibar), Itza (barrio Zubero, Aulesti), Ugarriza (barrio Okamika, Gizaburuaga), Esuneta (barrio Lariz, Gizaburuaga). Elaboración propia. Escala 1/600.

de huecos, mientras que el central responde a una fachada de entramado de madera de roble retranqueada respecto a las laterales. El entramado forma una red de horizontales y verticales, respetándose esta lógica para la apertura de los vanos de fachada.

El acceso se realiza por un soportal central bajo una viga de carrera de roble de gran sección (0,4x0,5; caserío Gerrikabeitia), acompañada en su comportamiento estructural por un pie derecho central y jabalcones en los laterales. Esta es una característica estructural común a los caseríos de esta época, ya que emplean grandes elementos de roble enterizos en «escuadría viva o esquina hurtada» (Santana et al.2001, 1: 111) (postes, vigas, jabalcones) mediante uniones de caja-espiga como estructura portante, exenta a los muros de cierre perimetral. Duplican su estructura portante, dejando a la caja de muros exterior la función de soporte de las correas de cubierta, además de su función de cierre perimetral.

Se trata de los ejemplares más antiguos, por consiguiente, no existe gran número de ellos a lo largo de la extensión del valle, pero todavía perduran algunos como los caseríos Gerrikagoitia (figura 1), Gerrikabeitia y Agorria, ubicados en el municipio de Munitibar.

El caserío renacentista

El caserío renacentista compacto, sin soportal, con acceso lateral en arco ojival y con cierres de mampostería gótica que describe Santana (2001, 1: 60) no tuvo éxito en el valle, apenas existen un par de ejemplares. Por lo tanto, se excluye del objeto de estudio.

Sin embargo, aquel que se define por un soportal central enmarcado con postes de roble enterizos y una viga de carrera a caja-espiga en toda su extensión, es más abundante y uno de los modelos que se ha adaptado al avance temporal barroco, e incluso posterior, demando.

Se trata de la evolución tipológica del modelo original vizcaíno, modificando su ocupación en planta a una forma más cuadrangular (1,46/1; largo/ancho) y empleando técnicas y materiales constructivos de menor coste económico. Esto da lugar a que desaparezca el retranqueo de la crujía central y que los muros de cerramiento, compuestos por mampostería arenisca ligera sin el empleo de sillares esquineros, pasen a ubicarse en la misma vertical entre poste y poste estructural de la fachada principal.



Figura 2
Detalle de unión a caja-espiga de la fachada principal del caserío renacentista sobre soportal adintelado: caserío Barrenetxea (barrio Uriona, Munitibar). Fuente propia.

Es una tipología más extensa a lo largo del valle, pero raramente reconocible por sus características totalmente originarias, dado que en los periodos posteriores sufrieron ampliaciones volumétricas y modificaciones compositivas.

Algunos de los ejemplares más sinceros, pero con alteraciones en su fachada principal, son Barrenetxea (figura 5), Ormaetxea y Larrinaga Zarra, en el municipio de Munitibar.

El caserío barroco

Tal y como se muestra en la tabla 1, no es posible definir este tipo con un único modelo, ya que evoluciona compositiva y materialmente desde la tradición renacentista hasta su gran apogeo, ofreciendo un periodo de gran diversidad y riqueza constructiva.

Del mismo modo que existen ejemplares construidos desde origen con criterios y técnicas propias de la época, también existen aquellos que son producto de la intervención evolutiva, alterando el aspecto originario de los caseríos del periodo renacentista previo.

Durante el siglo XVII concurren diversas circunstancias socioeconómicas, tales como, la introducción

del maíz a la producción agrícola, las nuevas técnicas de transformación agraria o la incorporación de nuevas técnicas constructivas, que conllevan a que la construcción tradicional se adapte a estas situaciones. Los mayorazgos demandan caseríos con dos unidades vivenciales para sacar mayor rendimiento al arrendamiento, el maíz requiere amplios secaderos en la última planta, escasea la madera adecuada para la construcción por el auge de la industria naval, etc., por lo que comienzan a introducirse técnicas constructivas que proporcionan las mejoras adaptadas a esta nueva demanda.

Los caseríos de los periodos anteriores destacan por las grandes estructuras de madera que se muestran hasta la cara más exterior y social, la principal. En esta nueva época, sin embargo, su empleo se irá reduciendo; será escaso su empleo en fachada y los elementos estructurales lígneos disminuirán en sección como en altura (se levantan planta por planta) dada la nueva función estructural combinada con la envolvente pétrea. La labor de cantería supone un importante avance y permite que la construcción de obra nueva crezca en altura y anchura, ofreciendo de este modo, el secadero para el maíz y espacio suficiente para dos unidades familiares. Esto deriva en que la ocupación en planta (1,35/1; largo/ancho) y la esbeltez (0,56/1; alto/ancho) con las que hasta entonces se construía el caserío se modifiquen. También la viga de carrera del soportal se amolda, o bien reduce la luz a cubrir por el peso que añade el crecimiento en altura, o bien se transforma y comienza a emplearse el arco levantado en sillería, carpanel o de punto medio, para su construcción.

> … se va a producir la incorporación a la arquitectura de un elemento de fundamental importancia: el arco de sillería en el soportal. Esta solución aúna a su belleza formal una gran resistencia a las presiones verticales, y su generalización permitió construir la fachada de los caseríos íntegramente en piedra y aumentar uno o dos pisos la altura del edificio (Barrio Loza et al. 1990, 2: 79).

Esta adecuación temporal puede apreciarse en la figura 1, comenzando por emplear la madera de roble solamente en las plantas primera y desván de la fachada principal, hasta eliminarse por completo de cara al exterior convirtiéndose en un edificio aun más hermético y pesado.

Es este último, el construido íntegramente en piedra, el que mejor representa el apogeo y la tradición compositiva barroca. No obstante, existe una leve variación respecto a él encontrado en el valle, denominado en la tabla 1 y figura 1 como «Tipo 3.8. Mixto con soportal en arco» que merece la pena exponerlo. Muestra de ello, en su estado casi inalterado exteriormente, es el caserío Otatzandiaga (figura 3), ubicado en el barrio de Ibarrola del municipio de Aulesti con orientación solar sureste de 44°. [2]



Figura 3
Fachada principal del caserío barroco mixto con soportal en arco carpanel: caserío Otatzandiaga (barrio Ibarrola, Aulesti). Fuente «Harriak» (Aulestiko Udala 2015, 36).

Es un caserío del siglo XVIII, tal y como se puede leer en la clave del arco «1766», de planta rectangular (1,36/1; largo/ancho) y cubierta a triple vertiente en cola de milano a la fachada trasera. Se ordena en planta baja, piso habitación y desván, planta en la que se observa el rasgo identificativo para clasificarlo como variante local. En esta planta se abre un balcón corrido que aprovecha parte del grosor del muro inferior como forjado, por lo se retrasa ligeramente (unos 30cm) respecto a la vertical de fachada, simulando un frontón barroco.

El aparejo de los muros muestra la evolución material, calidad y prestaciones técnicas que ofrece la piedra caliza. Se reserva la sillería de mayor tamaño para el arco, el recerco de los vanos y esquinales, garantizando la estabilidad y presencia de la misma.

Otra de las características a destacar en la fachada principal es el arco carpanel en sillar de caliza de luz considerable (4,54m), mostrando la capacidad económica de la familia propietaria, construido a petición de Juan Bautista Iturrioz (Aulestiko Udala 2015, 36), y la capacidad técnica del maestro cantero. Interior-

mente, además de disponer de muro medianil transversal, aparece dividido en dos mediante muro medianil longitudinal, particularidad que caracteriza a la construcción de nueva planta de la época y que aumenta el provecho del arrendamiento doble.

La madera queda relegada al uso interior del edifico creando una estructura portante mixta con la envolvente pétrea. Las uniones entre los elementos lígneos también evolucionan y pasan de la caja-espiga a ensamblajes de cara a cara con silueta curva «de golondrina».

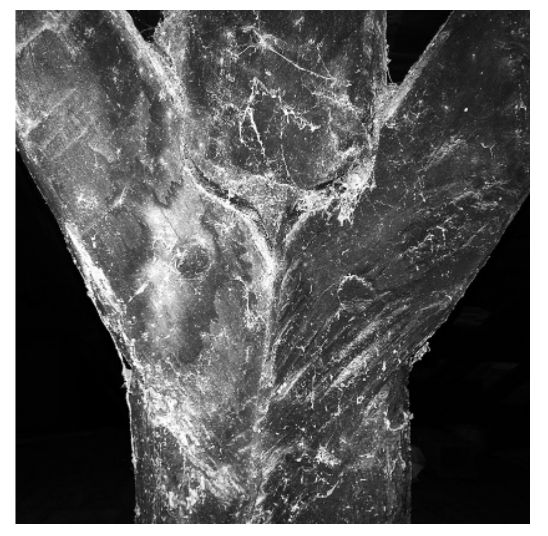


Figura 4
Detalle de unión de jabalcón y poste de madera cara a cara con detalle de «ala de golondrina». Caserío Otatzandiaga (barrio Ibarrola, Aulesti). Fuente propia.

Influencia de las técnicas constructivas y compositivas del estilo barroco sobre el caserío preexistente

La demanda social de los siglos XVII-XVIII, tal y como se ha mencionado anteriormente, también influye en los caseríos de épocas anteriores, por lo que dependiendo de la tipología originaria, pueden encontrarse diversas técnicas de adaptación.

Los gótico-renacentistas amplían el desván retranqueado de la crujía central de la fachada principal hasta la vertical de las crujías laterales, logrando de este modo una mayor superficie para el secado del grano del maíz. Este es el caso del caserío Gerrikagoitia (barrio Gerrika, Munitibar).

Los renacentistas, en cambio, aumentan su ocupación en planta mediante un cuerpo o crujía lateral o delantero incorporado al volumen originario. Alteran la lectura originaria de su ocupación en planta (pasa de 1,46/1 a 1,22/1; largo/ancho) como la de su esbeltez (pasa de 0,46/1 a 0,38/1; alto/ancho), e incluso la de su composición arquitectónica de fachada. Con estas intervenciones consiguen una mayor superficie para acoger a dos familias y para el secado del maíz. Un ejemplo de ampliación con crujía delantera lo presentaba el caserío Garetxena (barrio Ibarrola, Aulesti), actualmente derrumbado.

En los caseríos en los que se incorpora una nueva crujía, ésta se construye empleando las técnicas constructivas y compositivas barrocas, es decir, el aparejo de la mampostería está compuesto por piezas de mayor calibre y de canto más redondeado en comparación con las piedras casi cúbicas empleadas anteriormente, disponen de piezas sillares esquinales y en los recercos de huecos, en los casos de incorporar una crujía delantera solucionan el soportal mediante el empleo de un arco con piedra sillar, pueden incorporar la piedra caliza para los remates esquinales e incluso apoyan el dintel pétreo de las puertas laterales o traseras sobre sillares ménsula (figura 6).

Caso de estudio

Uno de los ejemplares en los que estas intervenciones resultan de fácil lectura es el caserío Barrenetxea (figura 5), ubicado en el barrio de Uriona del municipio de Munitibar-Arbatzegi-Gerrikaitz con orientación solar sureste de 27°. [2]



Figura 5
Fachada principal del caserío renacentista adaptada al estilo compositivo y técnica barroca: caserío Barrenetxea (barrio Uriona, Munitibar). Fuente propia.

Se trata de un edifico con origen en el siglo XVII[3] de planta rectangular (1,59/1; largo/ancho), con cubierta a dos aguas y con rasgos identitarios que lo clasifican como renacentista «Tipo 2.2.». Se compone de planta baja, piso habitación y desván cerrado mediante tablazón que permitía un continuo movimiento de aire para evitar excesos de humedad y secar el grano del cereal abierto en el interior. Fruto de diversas intervenciones realizadas durante el siglo XIX, el soportal aparece descentrado, pero originariamente seguía el esquema compositivo descrito anteriormente.

También la intervención de carácter barroco es apreciable en la fachada principal. Se elimina uno de sus postes laterales enterizos con función estructural para realizar la macla con el nuevo cuerpo lateral a orientación suroeste, alterando la proporción de ocupación en planta (1,27/1; largo/ancho). Este nuevo volumen incorpora piezas de sillería arenisca para solucionar la apertura de vanos y las esquinas. Aunque todavía las piezas empleadas para el aparejo no resulten ser de mucho mayor calibre, es apreciable el cambio respecto a las piezas casi cubicas de la construcción originaria. Mayor aún si se observan la nueva fachada lateral y la trasera, donde el aumento del calibre de la pieza para el aparejo es mucho más apreciable (figuras 6 y 8).

La fachada trasera, noroeste, puede sujetarse a la hipótesis de que era completamente ciega hasta que se realizara la apertura del ingreso de carácter barroco, dado que solamente presenta una aspillera y algunos otros huecos que permiten que la parte trasera del edificio, zona en las que se albergan la cuadra en planta baja y pajar en la primera, respire y se evapore el exceso de humedad. La puerta de acceso a la cuadra se soluciona mediante sillares areniscos donde el dintel de una sola pieza, fisurada actualmente, apoya sobre las ménsulas pétreas. Si en la fachada principal se aprecia la macla del nuevo cuerpo, la fachada trasera muestra un entrelazado entre el aparejo originario y el barroco de admirable precisión (figura 6). Es en esta fachada trasera donde mejor se aprecia el calibre y calidad de las piezas pétreas de la actuación barroca en comparación con las empleadas en su origen renacentista.

Estudio comparativo

Como consecuencia de los dos casos expuestos, la intervención adaptativa del preexistente y la de nueva planta, pueden resumirse en la siguiente tabla 3 y en las figuras 7 y 8, donde la tradición constructiva y compositiva del periodo barroco se exponen a modo comparativo:

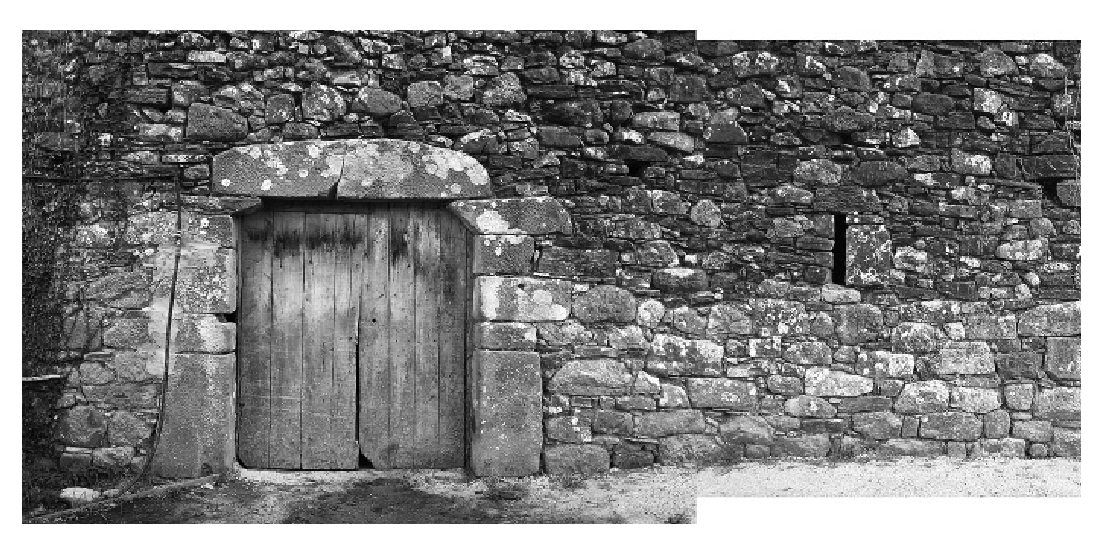


Figura 6
Fachada trasera del caserío Barrenetxea. Apertura de ingreso y macla constructiva entre el edificio originario renacentista y la intervención barroca. Fuente propia.

	CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN LA ÉPOCA BARROCA	
	INTERVENCIÓN ADAPTATIVA	**NUEVA PLANTA**
	CASERÍO BARRENETXEA	CASERÍO OTATZANDIAGA
MUNICIPIO	Munitibar	Aulesti
ORIENTACIÓN	Sureste	Sureste
ASENTAMIENTO	325 m, agrupado	150 m, aislado
SIGLO	XVI-XVII	XVIII («1766»)
TIPOLOGÍA	Renacentista. Tipo 2.2.	Barroco. Tipo 3.8.
DIMENSIONES (largo x ancho x alto)	23,35m x 14,70m x 6,76m	23,15m x 17,00m x 8,69m
ESBELTEZ (alto/ancho)	0,6	0,51
DIMENSIONES POST-INTER.	*23,35m x 18,40m x 6,76m*	-
ESBELTEZ POST-INTER	*0,37*	-
Nº PLANTAS	2 + secadero	3
MEDIANERA	1; transversal	2; transversal + longitudinal
MEDIANERA POST-INTER.	*2; transversal + longitudinal*	-
Nº VIVIENDAS	1	2
Nº VIVIENDAS POST-INTER.	*2*	-
TIPO SOPORTAL	Adintelado, viga de carrera	Arco carpanel
LUZ Y PROFUNDIDAD SOPORTAL	6,40m; 2,65m	4,54m; 5,36m
MATERIAL APAREJO MAMPUESTO	Piedra arenisca	Piedra caliza (incorpora alguna arenisca)
MATERIAL APAREJO SILLARES	Piedra arenisca	Piedra caliza
SUPERFICIE ENVOLVENTE F. PPAL	78,72m²	112,71m²
SUP. ENVOLVENTE F. PPAL POST	*98,53m²*	-
% MAMPUESTO F.PPAL	73,61	95,10
% MAMPUESTO F.PPAL POST	*79,85*	-
% ENTREVIGUETADO F.PPAL	26,39	4,90
% ENTREVIGUETADO F. PPAL POST	*20,15*	-
GROSOR MURO (planta baja)	0,40m (f. ppal) 0,75m (laterales + trasera)	0,65m (f. ppal + laterales) 0,70m (trasera)
ESTRUCTURA PORTANTE	Esqueleto de madera	Mixta (muros + pórticos madera)
ESTRUCTURA PORTANTE POST	*Mixta (muros + jaula madera)*	-

Tabla 3
Estudio comparativo entre la construcción de planta nueva y la adaptación del preexistente. Elaboración propia.

Conclusiones

La evolución que muestra el sistema constructivo y la composición arquitectónica de la arquitectura tradicional es una expresión de la constante adaptación de este tipo constructivo, tanto del preexistente como del coetáneo barroco, derivada de la demanda social. Son estilos y técnicas de fácil diferenciación, pero que admiten la lectura de la unidad gracias a la combinación entre ambas.

Las técnicas constructivas de la época barroca permiten el aumento de la ocupación en planta y de la altura (crece de una altura media de 7,25m hasta llegar a alcanzar los 9,45m) gracias al cambio del sistema estructural y del material, así como a la mejora de las prestaciones mecánicas derivadas del empleo de piezas de mayor calibre. La estructura pasa de ser una jaula lígnea con elementos portantes de gran sección a una mixta combinada entre elementos lígneos, de dimensiones más reducidas, y pétreos. El material

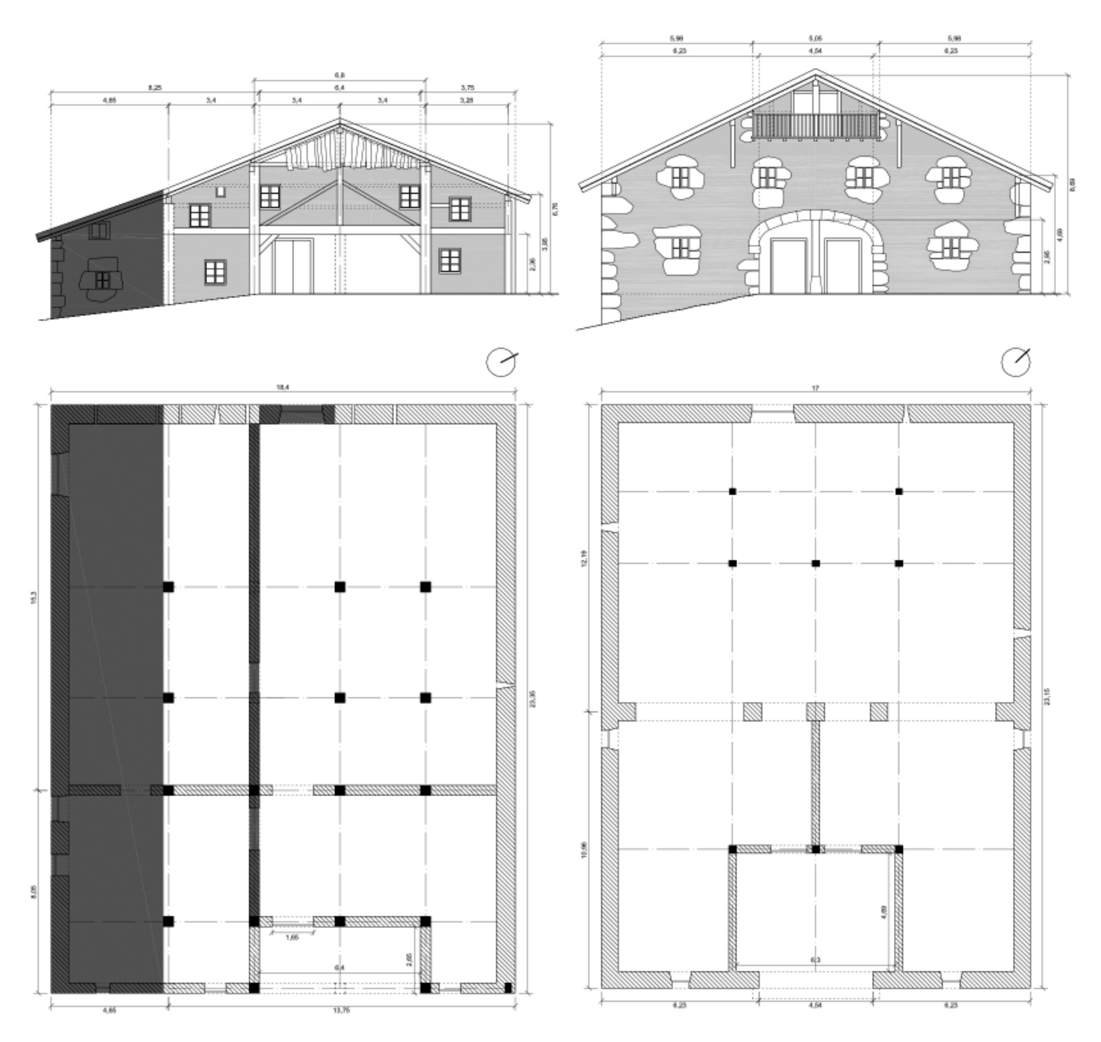


Figura 7
Planimetría de la fachada delantera y planta baja del caserío Barrenetxea (izq.) y Otatzandiaga (drcha.). Escala 1:300. Elaboración propia.

empleado evoluciona de arenisca a caliza, o a una composición entre ambas, aumentando su calibre para resolver el aparejo de la envolvente pétrea. Es comparable el calibre y el acabado de los cantos, más redondeados, de las piezas empleadas en el barroco a las previas renacentistas de sección cuadrangular en forma de laja (figura 8). El grosor del muro varía aumentando su sección, especialmente, en la fachada principal, dado que en los ejemplares preexistentes al barroco el cierre de la envolvente pétrea se ubicaba solamente entre los elementos del entramado, siendo su sección la que determinaba el grosor del aparejo.

Tampoco la composición arquitectónica se mantiene al margen del lenguaje del estilo clásico; en las construcciones de nueva planta e incluso en las preexistentes se incorporan elementos de este clasi-

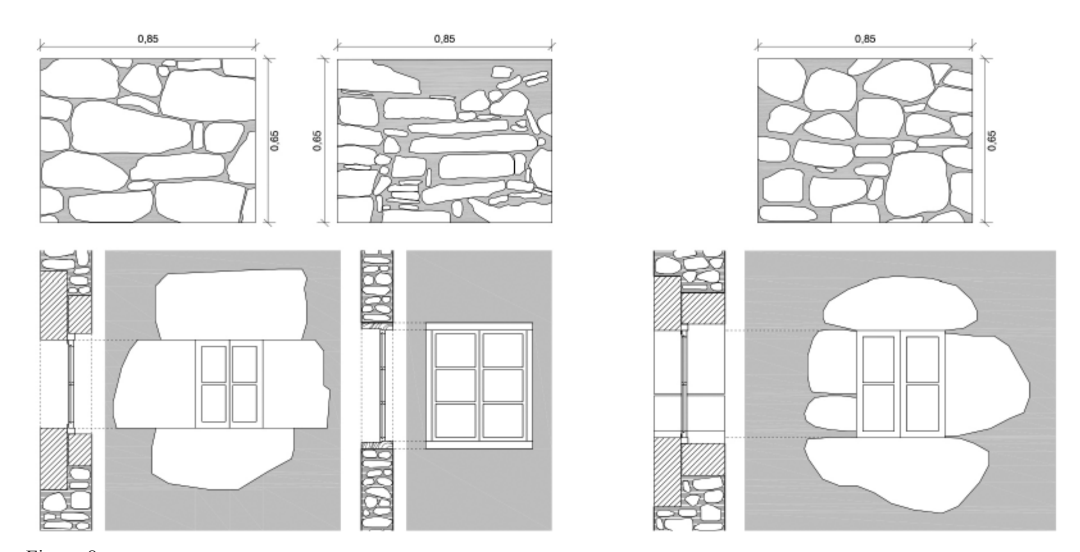


Figura 8
Detalle del aparejo y vanos del caserío Barrenetxea (izq.) y Otatzandiaga (drcha.). Escala 1:30 (aparejo) y 1:60 (vanos). Elaboración propia.

cismo en las intervenciones, mayormente apreciables en la apertura de vanos, en el soportal y en las uniones esquineras entre fachadas perpendiculares. Se trata de piezas de sillería de grandes dimensiones en comparación con las del aparejo, colocadas a soga y tizón en las uniones esquineras y en los arranques de arco y como cierre o acabado de dos hojas en la apertura de vanos, lo que permitía ubicar la ventana en la junta entre ambas piezas (figura 8).

Son, por lo tanto, estos detalles los que permiten diferenciar y evaluar las construcciones propias de la época barroca y las preexistentes adaptadas, producto de intervenciones sobre el tipo edificatorio.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación, inscrito dentro de la Tesis Doctoral que pretende adentrarse en la identidad arquitectónica y constructiva del valle del río Lea, se está desarrollando bajo la condición de beneficiario del Programa Predoctoral de Formación de Personal Investigador No Doctor del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco. Asimismo, agradecer al Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco y a Learri S.A[4] por la información documental facilitada.

Notas

1. Oficina Virtual de Catastro de la Diputación Foral de Bizkaia. Servicio de Datos No Protegidos. Navegación gráfica sobre datos actualizados en 2016. http://apps.bizkaia.net/KUNO/visor/ml_KUNO_index.jsp
2. Ángulo medido respecto al norte en sentido contrario a las agujas del reloj.
3. Dato referenciado sobre la consulta bibliográfica realizada en el Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco (marzo 2017). Departamento de Cultura y Política Lingüística. Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
4. Documentación que contiene el estudio previo a la ejecución de la ruta «Lea Ibilbidea». *Leako Ibilbidea. Inventario de Elementos del Patrimonio Arquitectónico Historíco-Artístico* (Ibarra Álvarez et al. 2005).

Lista de referencias

Aragón Ruano, A. 2011. La Evolución Del Hábitat Y El Poblamiento En El País Vasco Durante Las Edades Media Y Moderna. En *Domitia*, 12: 21–52. http://hdl.handle.net/10810/9006.

Aulestiko Udala. 2015. *Harriak. Aulestiko ondare materialaren inbentarioa*.

Baeschlin, A. 1930. *La Arquitectura Del Caserío Vasco*. Canosa. Barcelona.

Barrio Loza et al. 1990. *Bizkaia: Arqueología, Urbanismo Y Arquitectura Histórica. Vol. 2: Markina-Ondarroa, Gernika-Bermeo, Plentzia-Mungia*. Universidad de Deusto, Deiker. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao.

Caro Baroja, J. 1971. *Los Vascos.* Fundamentos, serie 9. Istmo. Madrid.

de Madariaga, N. 1977. *Baserrietxea Eta Eusko Etxegintza Errikoia =El Caserio Como Arquitectura Popular Vasca.* Bizkaiko Aurrezki Kutxa. Bilbao.

de Yrizar, J. 1929. *Las Casas Vascas: Torres, Palacios, Caseríos, Chalets, Mobiliario.* Librería Internacional. Donostia-San Sebastián.

de Zabalo, P. y de Zabalo, J. 1947. *Arquitectura Popular Del País Vasco.* Biblioteca De Cultura Vasca, serie 29–30. Editorial Vasca Ekin. Buenos Aires.

Enríquez Fernández, J. 1991. *Colección Documental De Lo Archivos Municipales De Guerricaiz, Larrabezua, Miravalles, Ochandiano, Ondarroa Y Villaro*. Eusko Ikaskuntza. Donostia-San Sebastián.

Ibarra Álvarez et al. 2005. *Leako Ibilbidea. Inventario De Elementos Del Patrimonio Arquitectónico Histórico-Artístico.* Learri S.A.

Instituto del Patrimonio Cultural de España. 2014. *Plan Nacional De Arquitectura Tradicional.* http://ipce.mcu.es/pdfs/PNArquitecturaTradicional.pdf

Santana et al. 2001. *Euskal Herriko Baserriaren Arkitektura = La Arquitectura Del Caserío De Euskal Herria. Vol. 1*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Susperregi, J.; Telleria, I.; Urteaga, M.; Jansma, E. 2017. The Basque Farmhouses of Zelaa and Maiz Goena: New Dendrochronology-Based Findings about the Evolution of the Built Heritage in the Northern Iberian Peninsula. En *Journal of Archaeological Science: Reports,* 11: 695–708. http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.12.035.

Velilla Iriondo, J. 1993. *Origen Y Evolución De La Villa De Lekeitio.* III. Euskal Herriko Tokian Tokiko Historiazko Ihardunaldiak: Hirien Espazioa Historian Zehar = III Jornadas De Estudios Históricos Locales De Vasconia: El Espacio Urban En La Historia. Cuadernos de Sección, 21: 115–134. Donostia-San Sebastián.

La impronta europea del norte en la construcción con hierro y acero durante la industrialización del País Vasco (1842-1914)

Lauren Etxepare
Bill Addis

Finalizada la Primera Guerra Carlista (1833–1840) se abría un nuevo tiempo en el País Vasco, marcado por la amenaza nunca concretada de la modificación de los Fueros por parte del Gobierno de España. La incertidumbre política, sin embargo, no fue óbice para que en el País Vasco se iniciara una etapa caracterizada por un alto nivel de desarrollo. Desde el punto de vista económico, como consecuencia de la entrada en vigor del decreto del 29 de octubre de 1841, que promulgaba el traslado de las aduanas desde el Ebro a la frontera con Francia, el horizonte comercial del país se veía ampliado mediante la integración en el sistema aduanero de la Corona española. En el plano tecnológico, por otro lado, comenzaba la industrialización del país, un proceso en el que la producción y la moderna tecnología del acero habrían de jugar un papel crucial. En dicho proceso habrían de participar agentes de toda Europa, especialmente de Francia e Inglaterra, atraídos por una doble circunstancia: la riqueza de depósitos de mineral de hierro, por una parte, y la pequeña explotación de la que hasta el momento habían sido objeto, por otra. Dicha riqueza se extendía además a otros minerales, como la fosforita, cuya presencia atrajo a miembros de la *Agricultural Society of Great Britain* en 1844 (O'Connor y Solano 2014).

La producción de hierro en el País Vasco

La industria tradicional vasca del hierro, basada en las antiguas ferrerías de monte y en las ferrerías hidráulicas que aún subsistían, venía experimentando un evidente declive desde comienzos del siglo XVIII. Bien es cierto que hubo intentos de optimizar los procesos tradicionales, como las fanderías basadas en la laminación hidráulica, o iniciativas de promoción de nuevas fábricas impulsadas por la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, pero las propuestas de reforma tropezaron una y otra vez con las reticencias de los ferrones y operarios.

Así que la moderna industria no florecería como consecuencia de la mejora de los antiguos ingenios, sino de la implantación de una nueva tecnología, favorecida por la riqueza en hierro de los montes de Bilbao y por las específicas condiciones que los nuevos sistemas de conversión del hierro en acero imponían con respecto a la materia prima. En 1856 la *Henry Bessemer and Company* de Sheffield, patentaba el convertidor Bessemer, basado en la introducción a través del hierro de una corriente de aire a presión que eliminaba las impurezas y mantenía el hierro a alta temperatura sin necesidad de aportar combustible, haciendo posible la fabricación económica de acero de calidad. Sin embargo, el nuevo convertidor no habría de dar buenos resultados más que en el caso de que el hierro introducido en él procediera de un mineral bajo en fósforo. Gracias a esta circunstancia, el hierro vizcaíno adquirió un alto valor añadido, dado que este tipo de mineral solo se encontraba en Suecia y en la cuenca minera que rodea a Bilbao.

A finales del siglo XIX, España era el quinto entre los países europeos con mayores depósitos de mineral de hierro, después de Francia, Gran Bretaña, Alemania y Suecia, convirtiéndose en un importante proveedor para Gran Bretaña, cuya demanda superaba ampliamente su propia oferta. Incluso en 1910 la exportación española de hierro era diez veces superior al consumo interno. (Roesler, 1921). Sólo los últimos treinta años del Siglo XIX contemplaron el vaciado de 90 millones de toneladas de mineral de hierro de los montes de Bizkaia, de las que cerca de 70 fueron a satisfacer la demanda de la siderurgia británica (Agirre 1993). Dicho volumen supuso aproximadamente la mitad del hierro que los británicos importaron desde España entre 1871 y 1914 (Flinn 1955).

Los primeros altos hornos

En 1860 nacía la *Fábrica de Hierros de San Martín de Urbieta* en Beasain, Gipuzkoa, con el fin de reactivar los procedimientos obsoletos y de producir hierro de manera competitiva. En ella se habría de construir el primer alto horno guipuzcoano. Durante los dos años que duró su construcción, el acero era producido en hornos de pudelado, laminándose posteriormente mediante rodillos (Ibañez, Torrecilla, Zabala, Yañiz 2001).

En Bizkaia, la empresa vizcaína *Ybarra Hermanos y Compañía* participaba en la creación de las principales compañías de la época, aportando capital junto a empresas europeas de diversa procedencia. Es el caso de la *Compañía Franco-Belga de Minas de Somorrostro* (1873), nacida de la fusión con empresas francesas y belgas, y de la *Orconera Iron Ore Company Limited* (1873), en la que los Ybarra participaban junto a la alemana *Krupp* y las británicas *Dowlais y Consett*. Barcos cargados de hierro zarpaban regularmente desde los cargaderos de Barakaldo rumbo a Inglaterra, volviendo repletos del carbón mineral necesario para la alimentación de los altos hornos recién instalados: el primero de ellos fue montado en 1883 por *Altos Hornos y Fábricas de Hierro y Acero de Bilbao*, en su fábrica de *El Carmen*; a él le siguieron los de la fábrica de *San Francisco* y la *Metalurgia y Construcciones de Vizcaya* (Bilbao 1988, Kennedy 1886).

El cable aéreo Otto Pohlig, en Malla Arria

A finales del siglo XIX la *Compañía Minera de Alava y Guipúzcoa,* de capital belga, intensificaba la actividad en sus minas de hierro de Leintz-Gatzaga, Errezil, Asteasu, Larraul y Legutio. Para la expedición del mineral procedente de sus filones y galerías, la compañía construyó un cargadero en la estación de Villabona-Zizurkil, con el fin de sacar el mineral mediante el ferrocarril. Sin embargo, la compañía abandonaba tal vía al cabo de poco tiempo, decidiéndose por hacer llegar el mineral por cable aéreo hasta el mar, para acumularlo en tolvas y cargarlo en barcos. El lugar elegido fue Malla Arria, en Zarautz (Herreras y Zaldua 2012).



Figura 1
Cargadero de Malla Arria. (Fondo Mariano de Corral. Archivo EuskoTren/Museo Vasco del Ferrocarril)

El proyecto del tranvía aéreo tricable fue realizado en 1905 por el ingeniero Alphonse Dory y de Villers. Era un cable del tipo Pohlig, en cuyo proyecto colaboró su inventor Otto Pohlig, y cubría un recorrido de unos 11 km, en dos tramos: el primero arrancaba en la estación de carga de Andazarrate y finalizaba en las tolvas de Amesti, en Zarautz. Contaba con 112 machones y completaba una distancia de 10,70 km y un desnivel de 370 m con tres estaciones intermedias: dos de tensionado y la principal, con artilugios para desliar el cable y un regulador de viento. Este cable aéreo tenía una capacidad para transportar 20 t/h. El segundo tramo era de 400 m de longitud y 40

de desnivel, y contaba con 5 machones. Arrancaba a los pies de las tolvas de Amesti y terminaba en la vertedera de barcos de Malla Arria. Los machones tenían una base de mampostería, sobre la que se alzaba una estructura metálica triangulada de cerca de 15 metros.

La manufactura de productos en hierro

La técnica del hierro colado, consistente en verter el hierro fundido en moldes, hizo posible la fabricación de una variada gama de productos: columnas, bancos y farolas con ornamentos de todo tipo incorporaron un nuevo lenguaje constructivo en toda Europa (Addis 2007). Sin embargo, la tecnología del hierro habría de experimentar tal transformación, que el material devino otro. A pesar de prestarse perfectamente a la fabricación de piezas complejas, el uso de la fundición decayó, dada la dependencia respecto del molde y dado que era demasiado quebradiza para resistir las vibraciones de las estructuras sometidas a acciones variables, como los puentes de ferrocarril. Se impuso en su lugar el hierro forjado, más dúctil y resistente, y del que podían obtenerse perfiles de distintas formas a bajo coste, gracias a la puesta en marcha y aplicación del proceso de laminado.

A mediados de siglo, para cuando despegaba definitivamente la construcción en hierro en el País Vasco, las formas fundamentales de la construcción metálica, procedentes del proceso de laminado, estaban ya a punto en toda Europa: el angular, la pletina, el perfil en I y la viga de celosía, que no tardaría en sustituir a la viga de alma llena, redundante desde el punto de vista de la eficacia material. Esta evolución, no obstante, respondió a un proceso paulatino, durante el cual convivieron los diversos productos, que incluso llegaban a coincidir en el seno de una misma construcción, adjudicándoseles papeles constructivos de diversa índole; columnas de hierro fundido con capiteles ornamentados podían servir de apoyo a vigas de hierro forjado con perfiles en I o en T (Lemoine 1984). En lo que a la unión de las piezas se refiere, en contraposición a las complicadas soluciones que requerían las piezas de fundición, los perfiles de hierro estandarizados serían ensamblados mediante roblones introducidos en caliente en agujeros realizados previamente, que una vez enfriados unían sólidamente las piezas (Collette et al. 2011).

En 1847 nacía en Asparrena, Araba, la firma *Sesé, Urigoitia y Cía*. El mineral utilizado en la fundición procedía de Triano y Olvega, Soria, y la producción se destinaba fundamentalmente a las fábricas de maquinaria agrícola de Ajuria S.A., en Vitoria-Gasteiz y Asparrena. En Gipuzkoa fue pionera la fundición y taller de maquinaria de *Fossey y Cía.*, fundada en 1853, cuando el ingeniero británico se instaló en Lasarte, para producir piezas de fundición de hierro y bronce y construir turbinas y maquinaria para el sector papelero. Le siguió *Resusta y Vergarajauregui* (1869), en Mondragón, así como *San Pedro* de Elgoibar en 1877, Aurrera de Eibar y diversos talleres de fundición de Tolosa y Hernani.

En Bizkaia, las gradas de *Astilleros del Nervión* (1888), *Euskalduna* (1900) y de la *Sociedad Española de Construcción Naval* (1916), utilizarían para sus buques componentes aportados por *Talleres de Deusto*, *Talleres de Zorroza*, *Forjas y Alambres del Cadagua* y una larga serie de talleres de construcciones metálicas instalados en ambas márgenes de la ría, que proveerían de material a las navieras (Aguirre 1993).

La construcción del ferrocarril en España

La red ferroviaria española comenzó en 1848 con la construcción de una línea de 25 km entre Barcelona y Mataró, hecha por los contratistas ingleses Joseph Locke, William Mackenzie y Thomas Brassey, que ya habían construido miles de kilómetros de ferrocarril en Francia. No fueron pagados por este trabajo, por lo que no volvieron a trabajar en España. Al poco tiempo fueron construidos nuevos ferrocarriles. Hacia 1863 una línea llegó a la frontera portuguesa, y en 1864 se había abierto la línea Madrid-Irun, que llegaría hasta la frontera con Francia.

El ferrocarril de Madrid a Hendaya

En 1856 comenzaba la construcción de la línea de ferrocarril entre Madrid e Irun, de 663 km de longitud, por iniciativa de la *Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España*. El Crédito Mobiliario Español aportaba la cuarta parte del capital, mientras que el resto era aportado por la *Société Générale du Crédit Mobilier* de los hermanos Pereire, y la *Société*

Générale de Belgique. Era, de facto, una compañía francesa, cuyas obras eran supervisadas desde París por el ingeniero M. Lalanne, y cuyos trabajos eran dirigidos por el ingeniero C.A. Latourneur, instalado en Vitoria. La ruta de la línea de Madrid hasta la frontera francesa pasaba por Valladolid, Burgos, Vitoria, Alsasua, Zumárraga, San Sebastián e Irun. La parte vasca del trazado, correspondiente al tramo entre entre Miranda e Irun, fue construida entre 1862 y 1864.

El ferrocarril de Tudela a Bilbao

La ley de 9 de julio de 1856, de concesión de líneas de ferrocarril, incorporaba un artículo adicional que preveía la concesión de una línea de Tudela a Bilbao, en respuesta a los anhelos del Consejo general de Logroño y de las autoridades de Bilbao, tras quedar esta última al margen de la línea Irun-Madrid, construida por la *Compañía de los caminos de Hierro del Norte de España.* Al año siguiente se constituía la *Compañía del Ferrocarril de Tudela a Bilbao*, que al poco tiempo contrataba al ingeniero inglés Charles Vignoles (1793–1875). Vignoles había sido el encargado de supervisar la ruta del ferrocarril entre Liverpool y Manchester, inaugurado en 1830, así como responsable de los ferrocarriles de Manchester y Sheffield Dublin y Kingstown en Irlanda (1832–34) y varias rutas en Alemania y Suiza en años 1850.

Además de la línea férrea entre Tudela y Bilbao (1857–64), Charles Vignoles proyectó en 1862 la estación de Miranda de Ebro, en la provincia de Burgos (Vignoles 1982), y la estación de Logroño en la Rioja. El año siguiente proyectaba la estación terminal de la línea, la estación de Bilbao-Abando, finalizada en 1870, después de la quiebra de la empresa original. En el momento de su construcción, era una de las de mayores dimensiones en toda España, con una luz de 25,5 metros.

El Viaducto de Ormaiztegi

La obra clave, en lo que al tramo vasco se refiere, fue la construcción del viaducto de Ormaiztegi, en el tramo entre Zumárraga y Beasain. El viaducto representa fielmente una época ligada al desarrollo ferroviario. Su antigüedad, sus monumentales dimensiones y la altura que salva, lo convierten en un bien sin parangón dentro de la ingeniería civil del siglo XIX en España. En origen el viaducto responde a una estética estrictamente constructiva y ligada a la ingeniería civil metálica del ferrocarril, sin ornamentaciones ni detalles historicistas. Su mayor expresión formal es la densa y tupida malla de planchas de hierro que

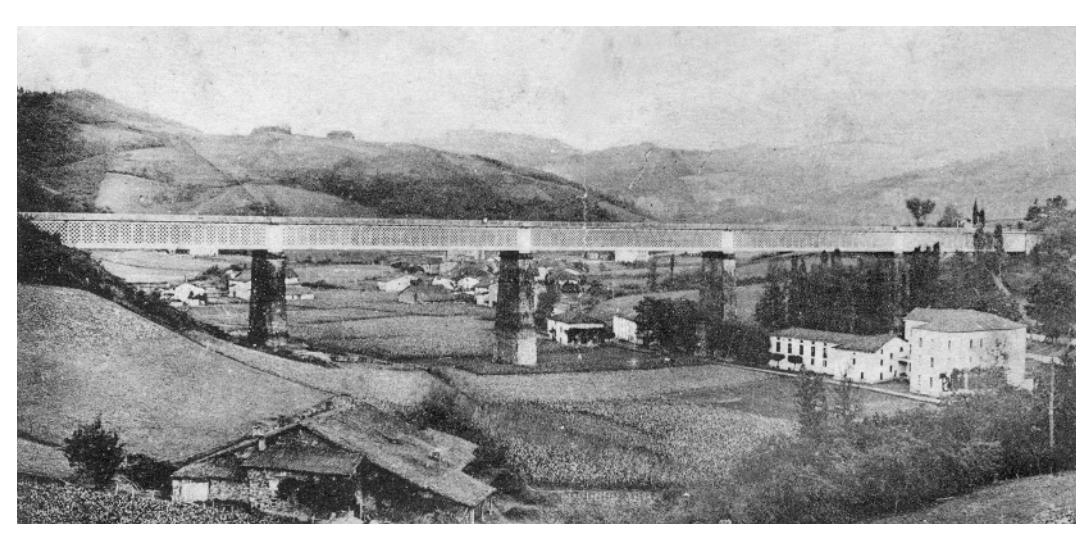


Figura 2
El Viaducto de Ormaiztegi. (Diputación de Gipuzkoa)

arriostran y llenan los vacíos de las vigas. El Viaducto salva una distancia de 291,5 metros y su altura máxima es de 34 metros. Se organizaba como un gran cajón continuo, estructurado en cinco vanos de 53,2 y 60,5 metros en los extremos y en el centro, respectivamente. La estética férrea resulta incompleta, pues los soportes se realizaron con pilas de sillería.

El viaducto fue proyectado por Alexandre Lavalley (1821–1892). El ingeniero francés había completado su formación en la Escuela Politécnica de Tours con una estancia posterior en Inglaterra, ejerciendo en *Bury, Curtis and Kennedy*, Liverpool, uno de los más importantes talleres de locomotoras de Inglaterra (Montel 1995). Posteriormente comenzó a trabajar en los talleres que Ernest Goüin instaló en Batignolles, al noroeste de París (1846). La fábrica, dedicada inicialmente a la construcción de locomotoras, reproducía la organización y proceso de la fábrica de maquinaria textil, herramienta y locomotoras *Sharp Roberts & Company*, en Manchester (Hills 1981). Sin embargo, al poco tiempo, la *Ernest Gouïn et Compagnie* optó por diversificar su actividad con productos para la industria textil, primero, y con la construcción de puentes de hierro, más tarde. Fue precisamente Goüin quien introdujo en Francia la tecnología de los puentes en hierro, optando por el hierro en lugar del acero, por tratarse de un material menos frágil y más trabajable.

La marquesina de la Estación del Norte de San Sebastián

La mayoría del capital fundacional de la *Compañía de los caminos de Hierro del Norte de España* era de origen francés. Es la causa principal por la que la mayoría de los técnicos, ya fueran empleados de la compañía como contratados por obras, fueran franceses. En 1863 el Ingeniero de Caminos parisino Alexandre Casimir Letourneur proyectaba la estación del Norte de San Sebastián. El cuerpo central de acceso a la estación fue levantado en piedra, en un estilo clásico. Los andenes y vías permanecieron al descubierto durante unos años, hasta que en 1880 la compañía llevó a cabo la construcción de una marquesina protectora. La compañía se atuvo a la composición arquitectónica ya utilizada en otras obras francesas, promovidas por la *Société Générale du Crédit Mobilier* de los hermanos Pereire, como las realizadas en la línea de ferrocarril Paris-Saint Germain, y en la de Paris-Versalles.



Figura 3
La marquesina de la Estación del Norte de San Sebastián (Los autores)

El desarrollo del proyecto fue encargado a los técnicos de la compañía, cuyo equipo lo conformaban los arquitectos Ouliac y Armagnac, y los ingenieros Grasset, Avillumer y Biarez. Fue este último quien llevó el peso del proyecto, optando por una amplia marquesina a dos aguas, cuya composición respondía al estilo del Segundo Imperio Francés (1852–1870). El suministro de la marquesina fue contratado con la empresa francesa de construcciones metálicas *Gustave Eiffel et Compagnie*. La marquesina consiste en una cubierta a dos aguas, con una estructura de cerchas Polonceau, cuyos elementos comprimidos fueron realizados con barras en hierro colado. La cubierta estaba rematada por una linterna longitudinal que permitía cierta iluminación natural y, sobre todo, la evacuación de los humos de las locomotoras, así como con tres pequeños lucernarios. Una marquesina similar fue empleada

para la cobertura de las vías en la Estación de Irun, última estación de la línea (1883).

La construcción de ambas marquesinas respondía a un sistema prefabricado. El uso de estos sistemas, que empezaron a comercializarse a comienzos del siglo XVIII, era generalizado al cabo de unas décadas, no sólo en la construcción de las estaciones de la *Compañía de los caminos de Hierro del Norte de España,* sino en general, dada su garantía en términos de ejecución, economía y rapidez de montaje; sirvan como ejemplo la estación de Alicante (1858), realizada por la firma belga *Schneider y Cía*. o la estación del Norte de Valencia (1852), realizada en los talleres *Grasset* de Madrid.

La industria naval

Astilleros del Nervión y la Sociedad Martínez Rivas-Palmer

La construcción de barcos en hierro y acero se inició en 1888, con la fundación de la factoría *Astilleros del Nervión*, primera industria naval moderna del País Vasco. Se ubicaba en Sestao, a orillas del Nervión, y fue creada por iniciativa de la *Sociedad Martínez Rivas-Palmer*, fundada por el industrial José María Martínez de las Rivas y por Charles M. Palmer (1822–1907), constructor naval británico ligado a las firmas *Brown* y *Cammel* de Sheffield. Respondía a un nuevo concepto de astillero, con sus propios talleres de artillería, maquinaria y fundición, y con mano de obra cualificada proveniente de Inglaterra (Odriozola 2002). Fue, en realidad, una iniciativa lanzada para hacerse con el concurso convocado por el Estado, tras la publicación del Real Decreto de 28 de diciembre de 1887, que establecía la construcción de una escuadra para la armada española. El material habría de ser suministrado por las fábricas de Altos Hornos de Bilbao y de La Felguera, en Asturias, a excepción de ciertas barras especiales y 70 toneladas de remaches que se habían encargado en Inglaterra (Macías 2006).

Infraestructuras marinas y fluviales

Las principales obras en hierro, relativas a las infraestructuras marítimas y fluviales se encuentran en la desembocadura de la ría del Nervión. Se trata de los antiguos puentes de Bilbao, del muelle de Churruca y del puente transbordador *Vizcaya*. Son hitos de la ingeniería que perduran aún, sometidos a la acción del mar y al paso constante de personas y vehículos.

El Puente colgante y el Puente de hierro de San Francisco, en Bilbao

Se mantuvo suspendido por cadenas de hierro entre los años 1827 y 1852, y por cables de acero en los años siguientes hasta 1874, año en el que fue destruido durante la guerra carlista. Tuvo el valor de cruzarlo, en su inauguración, el rey Fernando VII, que reinó hasta 1833. Fue sustituido por otro puente de hierro en 1881. El puente colgante de san Francisco fue reemplazado en 1881 por un puente en arco de hierro forjado, proyectado por Pablo de Alzola. Era de muy contenida expresión formal: se basaba en un arco rebajado, relleno con una tupida celosía de hierro. Fue construido por la casa alemana Gusstahlfabrik, de Bochum, Westfalia, que quiso introducir modificaciones como la de articular el puente en su arranque, a las que Alzola se negó (Navascués 2007). Fue volado en 1937, durante la Guerra Civil Española. El puente enlazaba con el mercado de san Antón, construido a mediados de la década de 1840, en hierro colado y forjado, y cristal.

El Puente de Isabel II o Puente de hierro, en Bilbao

Fue proyectada en 1844, empezándose a construir en 1845 y finalizándose en 1847. Se cree que el arquitecto Amado Lázaro tuvo que ver con la construcción del puente. Fue el tercer puente sobre la ría, convirtiéndose en la principal vía de unión moderna de la villa con la República de Abando, entre el Arenal y Ripa. Era de estructura metálica con hojas levadizas en su parte central y fue bautizado con el nombre de Isabel II. Fue el primer puente de fundición en España. Sus elementos metálicos fueron fundidos en *Fundiciones Santa Ana de Bolueta*, en Bilbao, inauguradas pocos años antes. En 1866 dejaron de funcionar las hojas levadizas en su parte central. Era un puente de peaje que se cobró hasta 1870. Durante los años

posteriores a su construcción fue deteriorándose progresivamente debido a las riadas y otras causas.

El muelle de Churruca

A comienzos del último tercio del siglo, el lugar donde confluye el cauce fluvial de la ría del Nervión con el mar, conocido como la barra de Portugalete, suponía un peligroso tramo de navegación sometido a las corrientes marinas. El depósito aleatorio de arena formaba un peligroso banco que no dejaba más que 1,14 m de profundidad en bajamar, limitando el calado de los barcos.



Figura 4
El muelle de Churruca. (Colección particular del primer autor)

En 1877, el ingeniero Evaristo Churruca (1841–1917) tras ser nombrado director facultativo de la Junta de Obras del Puerto, se decidió por la construcción de un dique de encauzamiento paralelo a la ría por su margen izquierda, que corrigiera la marea entrante, encauzando la corriente para lograr un autodragado. El dique, de 834 metros de longitud y una curvatura de tres mil metros de radio, se compone de tres elementos superpuestos: una estructura metálica cimentada sobre pilotes de rosca, una base de escollera ataluzada y enrasada al nivel de la bajamar, y un macizo de hormigón de 4,20 m de altura, apoyado sobre la escollera y encajado entre los pilotes metálicos de la estructura (Carcamo y Uriarte 2016).

La estructura fue construida en los talleres de *La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona*, en la Barceloneta, nacida en 1855 de la asociación de otras empresas barcelonesas, y que pocos años antes había incorporado a los puentes y muelles a su oferta inicial de productos, compuesta de calderas, buques, máquinas de vapor y motores (Riera y Tuebols 2008). Churruca optó por una estructura metálica ejecutada con pórticos formados por dos pilares en hierro de sección hexagonal, inclinados 1/10 hacia el exterior.

Los pilares eran prolongados bajo la ría en forma de pilotes de sección tubular. Estos fueron suministrados por la casa *Hawks Crawshay & Sons,* de Gateshead, al norte de Inglaterra, dedicada a la construcción de puentes, máquinas de vapor y obras marítimas, que pasaba por su mejor periodo antes de colapsar a los pocos años (Rennison, Scott, 2008). La sujeción de los pilotes al suelo fue realizada mediante roscas en hierro dulce suministradas por la misma casa, según el sistema patentado en 1834 por Alexander Mitchell. En la puntera de cada uno de los pilotes, fue roblonado fuertemente un disco de espirales helicoidales en fundición, de tres vueltas de gran saliente y borde cortante que era introducido mediante giro, haciendo que el pilote se hincara en el terreno hasta la profundidad deseada (González 2007).

Alberto Palacio y Fernando Arnodin en el Puente transbordador Vizcaya

El puente, proyectado por el Arquitecto vasco Alberto Palacio y Elissague e inaugurado en 1893, fue el primer puente transbordador construido en el mundo. Hubo, sin embargo, proyectos anteriores, de los que Palacio y el constructor Fernando Arnodin dieron cuenta probablemente: en 1869 la revista estadounidense *Scientific American* publicaba el proyecto de un puente con vehículo móvil, pensado para unir los márgenes del río East entre New York y Brooklyn, cuya construcción fue ideada por el ingeniero estadounidense J.W. Morse; en 1873 Charles Smith ideaba un puente transbordador para cruzar el río Tees en Middlesbrough, Inglaterra, cuyo proyecto fue publicado en la revista *Engineering* del mismo año (Perez Trimiño 2007).

Palacio se basó en estos proyectos, desarrollando el proyecto del puente entre 1885 y 1887 y solicitando al final de este periodo patente de invención. Se trata de un puente colgante de ciento sesenta metros

de luz. Su tablero se encuentra a cuarenta y cinco metros sobre el nivel de las aguas para permitir el paso de los barcos, y queda sostenido por dos torres de celosía de sesenta y un metros de altura. Sobre él corren dos raíles sobre los que se desplaza un tren de rodillos del que pende el transbordador, que permite el transporte de vehículos, y se desplaza horizontalmente, por impulso, originalmente, de una máquina de vapor instalada en la la torre del lado de Las Arenas (Navascués 2007).

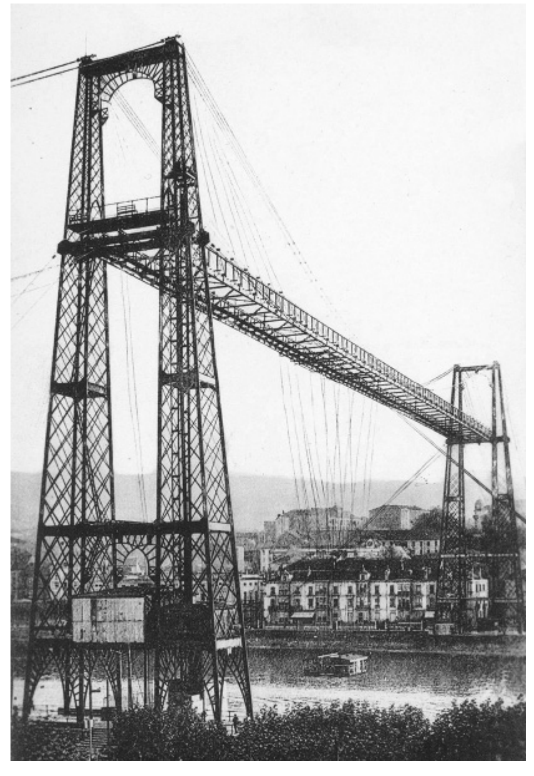


Figura 5
El puente transbordador *Vizcaya*. (Colección particular del primer autor)

Arnodin fundó en 1872 su propia empresa de construcciones metálicas en la localidad de Chateauneuf-Sur-Loire, encabezando un importante equipo de arquitectos, ingenieros y constructores. En 1890 inventó el cable de torsión alternativa, elemento básico a partir de entonces en la construcción de puentes suspendidos. El 7 de abril de 1890 se constituyó la sociedad *M.A. Palacio y Cía*, cuyo principal accionista fue el empresario Santos López de Letona, para la construcción y explotación del futuro puente, comenzándose las obras a los pocos días.

Las piezas eran realizadas en la *Societé Arnodin, usine de fabrication et assemblage d'éléments métalliques préconstruits,* una fábrica de dos hectáreas y media situada junto a una línea de ferrocarril a la entrada de Chateauneuf-Sur-Loire, Francia. Posteriormente eran transportadas en tren a Burdeos, para ser embarcadas y transportadas hasta el puerto de Bilbao, con destino al taller que a tal efecto fue instalado en las cercanías del puente, en el lado de Las Arenas.

La arquitectura civil

La edificación en hierro adquiría una mayor capacidad y versatilidad, gracias al avance de la industria vasca y de la red de relaciones comerciales que se habría de extender con compañías, profesionales y capitalistas europeos. Merced a ello sería edificado un tupido entramado de infraestructuras marítimas, fluviales, ferroviarias y civiles, cuya implantación sobre el territorio habría de responder a un proceso gradual que comenzaba por el entorno natural, para alcanzar al tiempo el corazón de la ciudad. La edificación de los modernos ensanches de San Sebastián, Bilbao y Pamplona habría de requerir nuevas dotaciones construidas en hierro, como kioscos, mercados y puentes.

Cambiaba el país, y así mismo sería superada la visión que sobre él ofrecían los libros de viajes editados por las imprentas europeas. Los grabados con paisajes románticos dibujados por viajeros como Edward Hawke Locker (1777–1849) o Robert Batty (1789–1848), militares ingleses que visitaron el país durante las Guerras napoleónicas (1803–1815), daban paso a los primeros daguerrotipos. Fotógrafos franceses, como Jean Laurent Minier (1816–1886), evitaban las estampas costumbristas de antaño y reproducían con sus cámaras las nuevas obras públicas en hierro, pintadas en un color ajeno hasta entonces: el color del zinc, el material al que, por ser más electronegativo que el hierro, se le confiaría a partir de entonces su protección (Sorel 1837).

Edificios públicos y mobiliario urbano

Uno de los edificios públicos antiguos de hierro colado fue el mercado de San Antón en Bilbao, construido hacia 1845. Se trataba de un amplio recinto con una estructura en en hierro colado, hierro forjado y cristal, de estilo afrancesado. Este nuevo recinto cerraba algunos de los costados y mantenía un paso para la circulación de peatones en su interior. Este recinto tenía un grave problema de concentración de calor por el que se llegó a instalar un sistema de riego en su tejado para hacer que la temperatura interior no fuera insoportable

Hacia la década de 1890, el hierro había sido aceptado como el material idóneo con el que construir los escenarios y plataformas donde desarrollarse los espectáculos y actos públicos. Sirvan como ejemplo el Kiosco de Irun, proyectado por Javier Aguirre en 1903, y el Kiosco de la Música de San Sebastián, proyectado por el arquitecto zaragozano Ricardo Magdalena. En 1910 Rafael Alday proyectaba la barandilla de la playa de La Concha, construida en *Fundiciones Molinao*. En 1900, Juan Alejandro Múgica proyectaba el mercado del Tinglado, en Tolosa. Contaba con una estructura metálica, con tres filas de columnas finas y esbeltas que intercalan bancos corridos, también de hierro, sobre el suelo. La Plaza de Cristales, construido en 1899, también en Tolosa, fue también obra del arquitecto José Alejandro Múgica.

Tranvía aéreo al Monte Ulía, en San Sebastián, 1907

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936) construyó en 1907 el primer tranvía aéreo o transbordador apto para el transporte público de personas en el Monte Ulía en San Sebastián. Funcionó durante cerca de 20 años. «El trayecto de 280 metros, con un desnivel de 28 metros, se realizaba en algo más de tres minutos y podía embarcar hasta 18 personas en cada viaje». La ejecución del proyecto corrió a cargo de la *Sociedad de Estudios y Obras de Ingeniería de Bilbao*, que construyó con éxito otros transbordadores en Chamonix, Río de Janeiro y, el más conocido *Spanish Aerocar*, en las cataratas del Niágara, Canadá.

Conclusión

La producción industrializada de hierro en el País Vasco comenzó en la década de 1850, culminando su proceso de implantación con los Altos Hornos de Bilbao en la década de 1880. Desde entonces, el País Vasco tuvo capacidad para fabricar sus propios productos de hierro en lugar de importarlos. Mientras que el hierro fue utilizado desde mediados de 1820 para construir algunos puentes y edificios, en las décadas de 1850 a 1880 experimentó un impresionante crecimiento, convirtiéndose en el material principal en sectores determinados, como la construcción y extensión del ferrocarril. Durante este período, todos los componentes de hierro, desde remaches hasta locomotoras enteras, fueron importados desde aquello países que contaban con industrias de hierro y ferrocarril altamente desarrolladas, especialmente Francia, Gran Bretaña, Alemania y Bélgica. Hasta casi el fin del siglo XIX, los componentes de hierro para puentes y edificios fueron importados por vía marítima o ferroviaria, y montados in situ, bajo la dirección de ingenieros y contratistas de los países de origen. Sólo a principios del siglo XX comenzaron las empresas locales, especialmente en Bilbao, a desarrollar y dirigir la construcción en hierro, aunque bien es cierto que para entonces, buena parte de la infraestructura vasca había sido ya construida. Tuvieron que pasar cincuenta años para que el tejido industrial, económico y social del País Vasco hiciera suya la industria y tecnología del hierro, aportando a partir de entonces soluciones propias y específicas, que facilitarían el desarrollo económico y social de las décadas posteriores.

Lista de referencias

Addis, B, 2007. *Building: 3000 years of engineering design and construction*. London & New York: Phaidon.

Agirre, Iñigo. 1993. El fenómeno industrial en Euskadi. *Lurralde: Investigación y espacio*, 16: 75–86.

Carcamo, Joaquín; Uriarte, Iñaki. 2016. Tres hitos del hierro en la Ría de Bilbao. El puente de Udondo, el muelle de Portugalete y el puente transbordador Vizcaya. En *De Re Metallica: Ingeniería, hierro y arquitectura*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano, 87–99.

Collette, Quentin; Wouters, Ine; Leen, Lauriks. 2011. Evolution of historical riveted connections: joining typologies, installation techniques and calculation methods. En

Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII, editado por C.A. Brebbia y L. Binda, 295–306. Southampton: WIT Press.

Flinn, M.W. 1955. British steel and Spanish ore: 1871–1914. *The Economic History Review*, 8: 84–90.

González, Concepción. 2007. El sistema de cimentación por tornillos Mitchell en los embarcaderos españoles del siglo XIX. En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por S. Huerta, 435–445. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Herreras, Beatriz. 1998. Patrimonio y construcción naval en Gipuzkoa. *Itsas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*, 2: 431–471.

Herreras, Beatriz; Zaldua, Josune. 2012. Cargadero de Malla Arria. Zarautz (Gipuzkoa). Minería y otros recursos geológicos. En *Patrimonio Industrial en el País Vasco*. Vol. 1, 498–503. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Hills, Richard L. 1981. *Early Locomotive Building near Manchester*. En *History of Technology*, 6.

Ibañez, Maite; Torrecilla, María José; Zabala, Marta; Yañiz, Santi. 2001. *La industria del hierro*. San Sebastián: Diputación Foral de Gipuzkoa.

Kennedy, Neil. 1886. *The Bilbao Ironworks*. En *Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 86 (4): 336–340.

Lemoine, Bertrand. 1984. *Gustave Eiffel*. Paris: Fernand Hazan.

Macías, Olga. 2006. Los Astilleros del Nervión: regeneración y continuidad de la industria naval vizcaína (1887–1900). *Itsas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*, 5: 487–502.

Montel, Nathalie. 1995. Alexandre Lavalley. Profession : Ingénieur civil. *Histoire, économie et société*, 14 (2): 215–228

Navascues, Pedro. 2007. *Arquitectura e Ingeniería del hierro en España (1814–1936)*. Madrid: Ediciones El Viso.

O'Connor, Bernard; Solano, Leyre. 2014. *The Spanish Phosphateers: the origin and development of Spain's phosphate industry*.

Odriozola, Lourdes. 2002. *Construcción naval en el País Vasco, siglos XVI-XIX: evolución y análisis compararivo*. San Sebastián: Diputación Foral de Gipuzkoa.

Rennison, Robert W.; Scott, Austin W. 2008. The Ironworks of Hawks Crawshay & Sons, Gateshead: 1748–1889. *Transactions of the Newcomen Society*, 78:1, 127–157

Riera y Tuèbols, Santiago. 2008. La indústria de construcció de màquines a Catalunya i els Països Catalans. *Catalan Historical Review*, 1, 239–250.

Roesler, Max, 1921. *The Iron-Ore Resources Of Europe*. United States Geological Survey Bulletin 706, Washington: Government Printing Office.

Sorel, M. 1837. Specification forming part of Letters Patent N0. 510. United States Patent Office.

Vignoles, K.H. 1982. *Charles Blacker Vignoles. Romantic Engineer*. New York: Cambridge University Press.

La iconografía medieval como fuente de primer orden para el estudio de los medios constructivos: el caso de las grúas

Lorena Fernández Correas

El presente estudio forma parte de un proyecto más amplio, el cual se inició en los últimos años con el objeto de analizar los medios auxiliares en la construcción medieval e inicios del Renacimiento, y que ha comenzado una fase de reproducción de estas investigaciones en nuestros días.

Así pues, estas líneas continúan y amplían el trabajo expuesto el IV Congreso Internacional de Historia de la Construcción (Fernández 2012) dedicado a la investigación de las máquinas elevadoras de pesos en la construcción medieval, dedicando especial atención al análisis iconográfico de las fuentes.

La oportunidad que se me brinda al participar en esta publicación me permite revisar el planteamiento inicial; si bien es cierto que sigue ofreciéndose poca atención a las máquinas elevadoras, sí se tiene a la iconografía en algo más de consideración (Bernardi, 2011) pero sin llegar a otorgarle el espacio que considero que merece.

Sucintamente, mostraremos la problemática que presenta el estudio de estas máquinas en época medieval, dada la escasez de fuentes documentales y las corrientes estético-artísticas de la época, y realizaremos un breve análisis de las mismas.

La problemática de las Fuentes Documentales

En este trabajo, la documentación se torna una fuente secundaria ya que los pocos testimonios encontrados no corresponden a una descripción de las máquinas, sino al campo de la economía y logística de la obra, siendo por ende un sostén mínimo para nuestro estudio y un marco de referencia.

A este hecho se suma la falta de tratados con carácter científico en el campo de la construcción a lo largo de la Edad Media. Cabe suponer que durante los siglos medievales, del mismo modo que se copiaban otra clase de obras clásicas, circularían manuscritos de los libros que compendiaban el saber de este campo (Long, 2000) que serían conocidos y custodiados en las bibliotecas, como sabemos que era el caso del Vitruvio. De este modo, debemos tratar estas obras como precedente de una realidad que heredarán los constructores del Medioevo, quienes además de continuar con la tradición irán innovando a medida de sus necesidades. [1] El mayor problema con el que nos encontramos es la escasa tendencia de plasmar por escrito sus progresos, dado quizá el sistema de trabajo maestro-aprendiz por la práctica que seguían, sin ver la necesidad de transmitir ese saber de manera escrita.

Del mismo modo que las obras precedentes nos hablan de la situación con la que llegan estos conocimientos al Medioevo, las obras posteriores nos revelan los problemas que no han llegado a solucionar. Así pues, los tratados de «ingenios» que los hombres de ciencia del incipiente Renacimiento conciben, son la inmensa mayoría de veces con la intención de poner remedio a una dificultad que les aterrara y para la que deben recurrir a las más variopintas ideas que intenten solventarlas. Se asiste, por ejemplo, a un desa-

rrollo en el diseño del cabrestante con prolijos ensambles, como es el caso del cuaderno de uno de los primeros arquitectos-ingenieros: el sienés Mariano di Jacopo llamado il Taccola, quién, en sus obras de las primeras décadas del Quattrocento, plasma los bocetos de estas nuevas investigaciones, las cuales serán las que se continúen a partir de ese momento y hasta llegar a nuestros días. Así pues, tanto en *De Ingeneis* [2](1419- 1449) como en *De Machinis* [3](1449) vemos ya el diseño de uno de esos tornos que supera la ligera estructura cilíndrica anterior mejorada por un cuerpo que otorga mayor estabilidad al alzar los pesos; del mismo modo, este nuevo diseño no sólo se aplica a la elevación sino que junto a la combinación de un tornillo sin fin, cuya estructura toma del tornillo de Arquímedes, realiza la transmisión de fuerzas en ángulos rectos para la elevación de pesos o desplazamiento en horizontal de los mismos.

Dado el problema planteado en el epígrafe anterior, para el estudio de las máquinas elevadoras en la Edad Media resultan imprescindibles las fuentes relativas a las administraciones de las Obras y Fábricas, ya que se convierten en los únicos datos que nos hablan de su presencia. Así pues, son de gran valía los documentos que hacen referencia a una compra, al desmontaje o a cualquier actividad donde se vea implicado un artilugio elevador, ya que es el único reflejo encontrado hasta el momento.

Dentro de estas fuentes, contamos con un repertorio variopinto donde poder encontrar noticias, siendo los más propicios los Libros de Fábrica, Protocolos notariales e inventarios, producidos tanto por los organismos civiles (públicos o particulares) como por los religiosos. (En el caso que nos concierne, centramos el estudio en la documentación generada en el Reino de Valencia)

De modo sucinto lo que encontramos suelen ser situaciones donde la intención principal no es la de dejar constancia del empleo de máquinas elevadoras, sino aludir incidentalmente a ellas, como ocurre en una de las pocas reseñas que de esta época encontramos en los archivos valencianos: siendo Francesc Baldomar maestro de obras de la Catedral de Valencia, se encuentran anotaciones sueltas de algunos gastos en el libro de obra[4], como por ejemplo de un cilindro grueso y una hembra para la grúa, por desgaste de la otra, al igual que pernos acerados y anillas de hierro. De estos ligeros datos sobre las piezas requeridas podemos descifrar que la pluma de la grúa era basculante, a juzgar por los pernos y las anillas de hierro que reforzaban el cuello del pescante, y que la grúa sería de eje móvil, ya que sigue el mismo mecanismo que encontramos anotados en los documentos de gastos de la capilla real del antiguo convento de Santo Domingo de Valencia, donde se cita «un perno grueso y grande acerado que debe engastarse en el árbol de dicha grúa. Sobre este perno el árbol de la grúa debe bailar o girar».[5]

Dicha casuística tiene lugar también en la documentación generada por la ciudad, donde encontramos referencias de soslayo, como las facilitadas a lo largo del discurso referentes a la Lonja o en la construcción de las Torres y Portal de los Serranos donde se dice que su maestro de obras, Pere Balaguer, se encargaba de revisar el andamiaje y maquinaria auxiliar que elevase las piedras hasta la altura precisa donde debía ser colocada:

> ...per lo bastiment, lo qual féu fer per obs de les torres e portal per obs de muntar los volsors, pedres, reble e altres coses necessaries per a la dita obra…[6]

Si bien es cierto que en ocasiones se podía exigir la muestra o maqueta de una grúa, como señala Zaragozá [7], la escasa huella que encontramos en la documentación suele aparecer como la adquisición de nuevos pernos, maderos o piezas, a posteriori de la construcción de la máquina, bien por reemplazo de algo roto o porque pretendan dar otro sentido y cometido a la grúa, por lo que es menester reponer nuevos elementos. Respaldan estos datos la idea de que las máquinas eran unos artilugios vivos, en constante cambio y transformación a los que se les diera otro uso al cabo de un tiempo, como ya se apuntó.

Advertimos pues, que nunca nos nombran un modelo de máquina a seguir, sino la compra o suministro de materiales (madera y hierros sobre todo), por lo que es lícito suponer que no se tenía idea preconcebida de la forma de la grúa hasta el mismo instante en que se debía solventar el problema. Por ello, no figuran detalles de las mismas, tan sólo adquisición de determinadas partidas por un determinado valor de dinero destinadas al montaje de las piezas que eran transportables, como se desprende de los datos encontrados en la construcción de la Lonja de Valencia (Zaragozá, 2006)[8]

Dada la falta de restos, y el poco rastro que de ellos se encuentra, lo perecedero de sus materiales y

la poca huella que dejan en la documentación, podría pensarse en aparatos desmontables cuyas piezas se van encajando a medida de las necesidades[9], dependiendo de la ubicación en cada momento del proceso de la obra y que se volverían inservibles una vez finalizada ésta, hecho que dificulta su estudio en la actualidad.

La valía de las Fuentes Iconográficas

A diferencia de otros trabajos que emplean las imágenes mostradas como apoyo de la información aportada por la documentación o como soporte visual de sus investigaciones, en este ensayo han sido las fuentes artísticas el recurso principal y objeto de estudio, y de ellas se desprenden todos los datos que han sido analizados a lo largo del discurso.

La imagen cobra un gran valor como fuente de primer orden puesto que es de ella de dónde extraemos la información; mediante su análisis podemos plantear las cuestiones desarrolladas en el trabajo tales como los componentes o su funcionamiento. Si bien son unas representaciones con un alto grado de abstracción, sin ser posible poder verlas con gran detalle, un estudio minucioso revela importantes pormenores como por ejemplo una alusión a las dimensiones. Valga como ejemplo el caso de la representación de una rueda: ésta quizá esté esbozada pero los hombres proyectados en su interior, nos aportan datos como las dimensiones mínimas que debían alcanzar ya que debían albergar a un humano dentro, lo cual puede ser estimable considerando una estatura media; nos indica un peso aproximado que debían soportar a juzgar por la masa del hombre y el entramado que lo sostiene; nos muestra las trabas a las que se enfrenta como sería la fricción provocada por el caminar del hombre dentro de la rueda y el ligero movimiento de su marcha que también repercutiría en la estabilidad del aparato; y del mismo modo, nos informa sobre el posible peso oscilante de los materiales, puesto que en ocasiones aparece más de una persona en el interior, de lo que podemos deducir que las grúas más complejas se destinaban al alzado de las cargas más pesadas y por ello se necesitaría mayor fuerza motriz.

Si bien podría ser cierto que los artistas no son conocedores de las técnicas constructivas, lo que se evidencia en las representaciones es que el iluminador las estaba viendo y tomando ejemplos del natural, a juzgar por detalles como las triangulaciones de las cajas, ya que si se desconociera la práctica sería imposible saber que se deben disponer para la sujeción del armazón. Del mismo modo, si la razón de la elección de la rueda fuera su simpleza, no se molestarían en diseñarle los radios ni los travesaños para apoyar los pies, ni ninguna clase de detalles.

No es menos cierto, en cambio, que las manifestaciones iconográficas del medievo responden a un momento artístico particular donde las corrientes estéticas siguen los dictámenes propios de la belleza sincrética y altos grados de abstracción; no por ello, implica que sean obras de escaso valor artístico y menos aún de rigor histórico, así pues hay que interpretarlas bajo el prisma de los preceptos socioculturales del momento en que fueron creadas.

Pongamos como ejemplo uno de los capiteles del claustro de Santa María la Real de Nieva (Segovia) (figura 1) donde, a pesar de encontrarse representada de manera poco ortodoxa, amén de con una perspectiva nula y una dimensiones nada conseguidas ni consideradas, es perfectamente reconocible la estructura de una cabria con un pequeño torno asido por uno de los personajes. Su sumaria confección nos es tremendamente útil para defender la postura de que el artista que ha realizado dicho relieve conoce la máquina de primera mano, y por ello es capaz de descomponerla de manera sintética escogiendo tan sólo los elementos que la caracterizan y la hacen perfectamente reconocible, tanto en apariencia como funcionamiento.

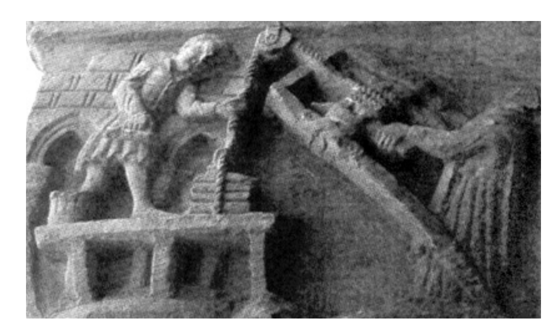


Figura 1
Capitel del claustro de Santa María la Real de Nieva (Segovia)

Estudio de las grúas: elementos definitorios y funcionamiento

Serán las máquinas más complejas y su desarrollo tomará tanta importancia en la Edad Media que alcanzará el status de icono del progreso y avance tecnológico. Se representarán en todas las escenas de construcción con cualquier pretexto; en unas edificaciones que cada vez van retando más a la ley de la gravedad en altura y esbeltez, las soluciones se tornan proporcionalmente más elaboradas, dando como resultado máquinas que no serán superadas hasta unos siglos más tarde.

Como se ha expuesto en el apartado anterior, no se puede confeccionar un catálogo de grúas puesto que eran máquinas concebidas in situ y para unas necesidades concretas, por lo que irían alterándose a medida que vaya siendo menester, ofreciendo un amplio abanico de posibles combinaciones y multitud de formas distintas que operarían simultáneamente en las obras. En cambio, las definen dos elementos que serán el alma mater de la revolución tecnológica en estos aparatos: el pescante y la rueda.

Pescante

El pescante (mástil) será el que perfile el paisaje de progreso en las ciudades medievales, puesto que este dispositivo se distinguirá en todas las construcciones. Si la rueda supone el avance motriz, la pluma aporta mayor radio de acción y estabilidad, amén de una desconocida movilidad en el transporte de las cargas en horizontal cuando alcance a conjugarse con un mástil giratorio. La adición de la rueda junto con la pluma, tanto estática, inclinada o basculante, multiplicaría la eficacia del trabajo aportando varias ventajas; a saber, según Graciani[10] : mayor comodidad de uso, mejora en seguridad y potencia de carga y progreso en el confort de accionamiento. Lo que podríamos resumir en más potencia con el mismo esfuerzo.

Con el tiempo, uno de los mayores logros será el del mástil giratorio que permitirá llegar a mayor superficie de la construcción, a toda aquella que abarque el radio de la circunferencia que dibuje el brazo articulado de la grúa. Creo que es ese el gran paso de gigante y el hecho que establece realmente una clasificación de las grúas, divididas en las que tienen movilidad en el eje y las que no; pienso que es el verdadero factor clasificatorio, ya que si atendemos a la disposición de la pluma, ésta puede adoptar infinidad de configuraciones todas móviles o no, tanto si ésta se encuentra en voladizo, inclinada o basculante, aunque este hecho no se lleve plenamente a cabo hasta llegado el Renacimiento.

Cada uno de los acoplamientos que puede conciliar la pluma tiene numerosas opciones dependiendo de las variantes de poleas, brazos, etcétera,….así, una grúa en voladizo, de horca, puente o en forma de T, puede variar su estructura dependiendo de la magnitud, de la resistencia del material, del espacio, y demás factores. Las imágenes nos ofrecen desde la estructura más simple de horca como es esta imagen de Basilea (figura 2) a algo más reforzada como en la siguiente imagen con travesaños que triangulan la parte de las poleas (figura 3).

En cambio, el único hecho que las desmarca en dos grupos de progreso es si ese armazón es móvil o no; es una idea que tienen presente los creadores de ingenios desde Villard de Honnencourt; y que continúa obsesionando a los ingenieros del Renacimiento.

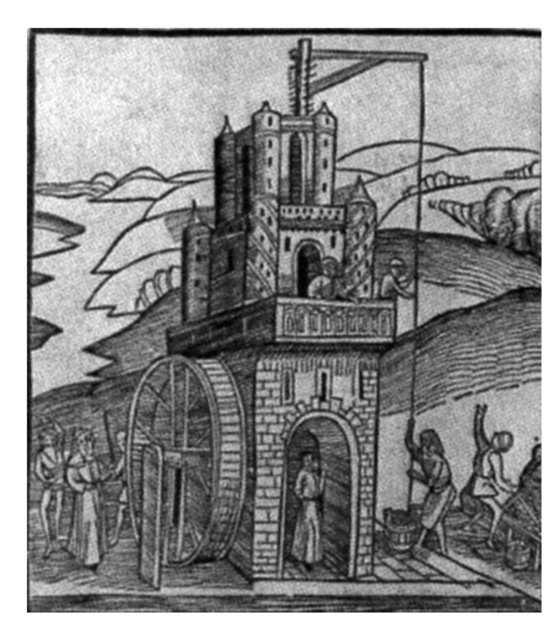


Figura 2
Revelationes Methodii, Basilea, 1498. Munich, Bayerische Staatsbibliothek

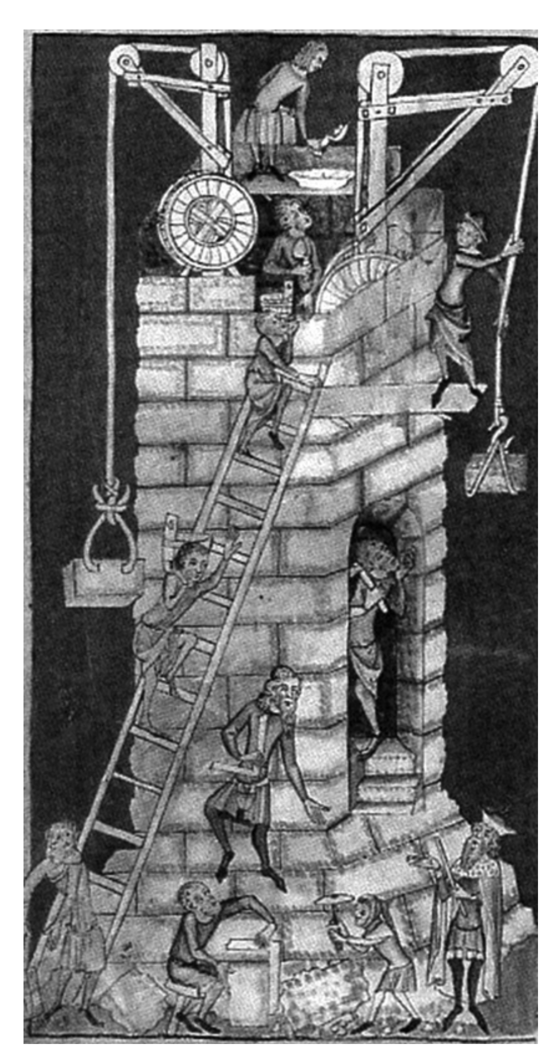


Figura 3
Torre de Babel, Crónica del Mundo, 1340-1350, Zurich, Zentralbibl).

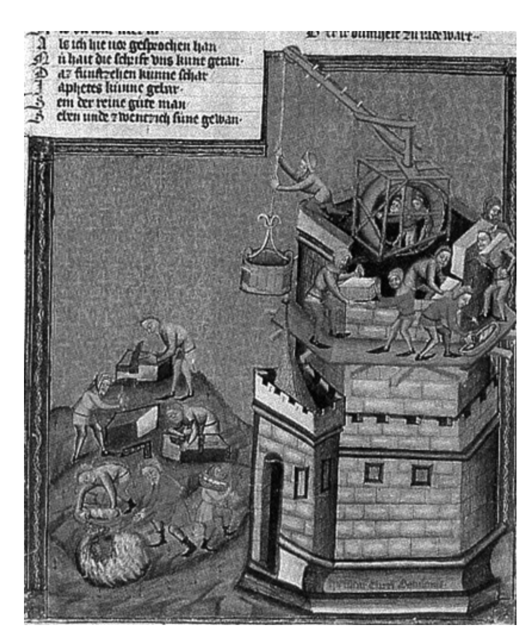


Figura 4
Biblia, finales siglo XIII, Stuttgart, Würtemberggregische Landesbibliothek. Colstream, 2001

Pese a que las primeras representaciones podemos datarlas entorno al siglo XIII, como esta imagen de la Torre Babel (figura 4), y siglo XIV (figura 5), debemos suponer que sería un movimiento ínfimo, amén de con mucho desgaste y fricción a la luz de la iconografía, por lo que continúan en la búsqueda de mejora tal como demuestran los testimonios de varias centurias posteriores como el nombrado anteriormente, Taccola.

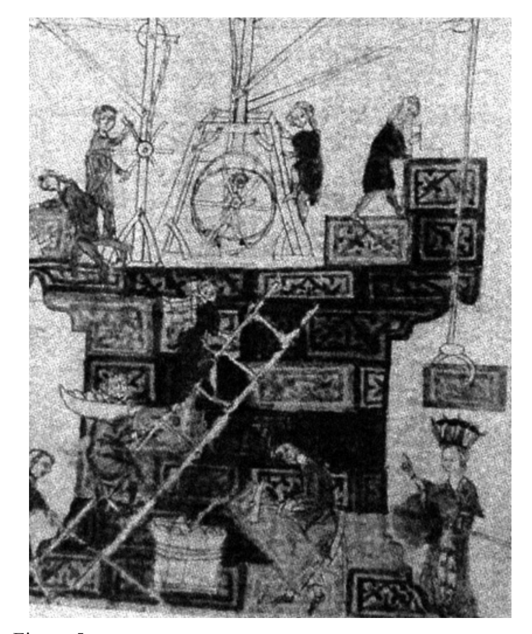


Figura 5
Torre de Babel, Crónicas del Mundo, Bohemia, circa 1340, Wolfenbüttel, Herzog August-Bibliothek

Rueda

Junto con el pescante, el elemento definitorio será la rueda[11] por lo que se verá como distintivo en todas las representaciones medievales de estas máquinas, ya desde el siglo XIII, con ejemplos tan conocidos como este manuscrito de la Pierpont Morgan Library de Nueva York (figura 6); no sería lícito pensar que por esquemáticas las representaciones que se hacen desde el siglo XIII no merezcan credibilidad. Así pues, en este caso la imagen nos ofrece los componentes básicos de toda grúa: el elemento motriz, el hombre que hace girar la rueda, y el mecanismo de elevación, compuesto en este caso por un conjunto de dos poleas. Podríamos calificarla de grúa primitiva, ya que en verdad es el mismo sistema del cabrestante mejorado por la rueda; es decir, posee una estructura de maderos estáticos en forma de ángulo, pero diversifica el esfuerzo por medio de las poleas y de la circunferencia de la rueda, ya que a más radio, menos esfuerzo y así de este modo, con el trabajo de un solo hombre se rinde más que si mantuviese el modo de proceder del cabrestante simple. Cabe pensar que el brazo de la grúa es inmóvil, dado el manejo y control del operario que se encuentra debajo del portante de piedras que están subiendo, el cual dirige o supervisa la dirección del mismo.

Si analizamos las distintas imágenes recopiladas (cerca de 200), podemos observar cuán amplio es el abanico que de ruedas se nos muestran, comenzando desde los cabestrantes transformados en ruedas, (figura 7) los cuales son impulsados con las manos y que conformarían un punto de transición entre ambos elementos de elevación de pesos. Cabría mencionar a continuación, las ruedas simples ligadas a una estructura, concebido como una mejora de la polea pero menos complejo que una grúa (figura 8), cuyas estructuras, ubicación y modo de empleo son de lo más variopinto.

De índole más compleja, encontramos ruedas con armazón formando parte de la máquina (figura 9), anticipando las futuras grúas jaula como las diseñadas para el Escorial; ruedas de grandes dimensiones separadas del resto de la estructura de la máquina, (figura 10) donde debido a las dimensiones de la rueda, a juzgar por comparación con el lugar donde se encuentran, deben situarla a una distancia prudencial para poder darle cabida; ruedas movidas por más de una persona (figura 11), las cuales son poco habitua-

Figura 6
Torre de Babel, Antiguo Testamento, Morgan Bible, circa 1250, New York Pierpont Morgan Library



Figura 7
Domitiano hace construir el Panteón de Roma, siglo XV. Colombier, 1973



Figura 8
Construcción de Tebas, 1410, Londres British Library

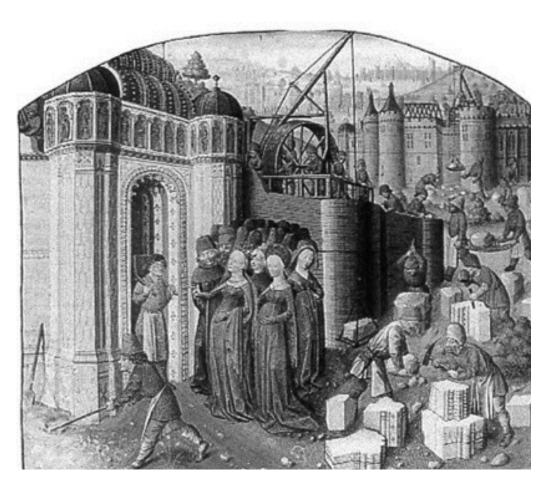


Figura 9
Escena de construcción, La Bouquechardiere, 1460, La Haya Rijksmuseum Meermanno-Westreeniaum

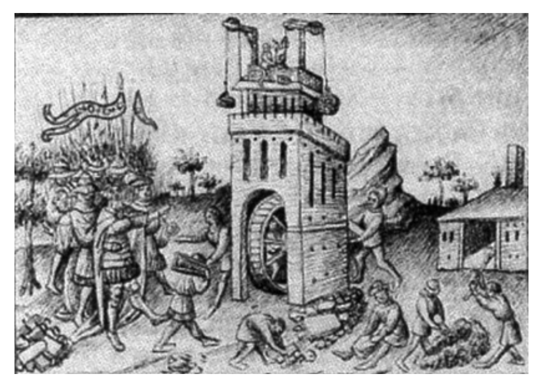


Figura 10
Construcción Torre de Babel, Biblia Historiada, circa 1430, La Haya Koninklijke Bibliotheek

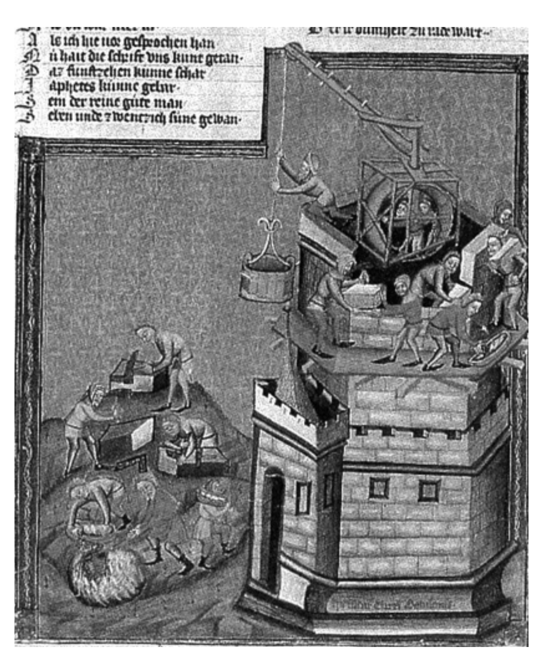


Figura 11
Biblia, finales siglo XIII, Stuttgart, Würtemberggregische Landesbibliothek. Colstream, 2001

les pero que ponen de manifiesto un incremento en la fuerza motriz, testigo de una constante búsqueda de superación de los límites, como sucede también con las ruedas dobles. Éstas están formadas por dos elementos circulares unidos por un cilindro (muy frecuentes en las grúas portuarias), como se muestra en la siguiente imagen. (figura 12), la cual es prolija además en detalles como los travesaños encastrados

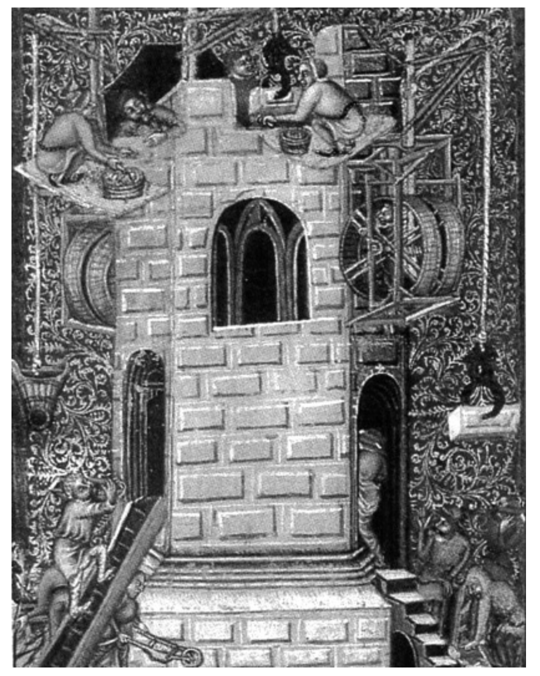


Figura 12
Torre de Babel, Biblia Wenzel de Praga, 1390-1400, Viena Österreichische Nationalbibliothek

en el muro, vigas introducidas en la pared como si de agujas de andamio se tratasen, formando parte de un esqueleto de andamiaje sobre el que recae la estructura y de la que se desprende, con detalle, una cuerda con pinzas que es captada en el preciso instante de izado de un sillar.

Si bien estas imágenes tienen un alto contenido de abstracción y desproporción intencionada, un ejercicio de extracción y escalado de las mismas nos ofrece una gran cantidad de información sobre los elementos que las componen, ubicación, dimensiones o tipología. (Fernández, 2012).

Conclusiones

Lejos de considerar la iconografía como mero soporte visual, como ya he defendido con anterioridad, podemos emplearla como un testigo de la construcción en época medieval; trasladando las proporciones, análisis estilísticos y corrientes estéticas a un campo de medidas dimensionadas, podemos corresponder la información a una aplicación actual, tal y como se realizó (en estudio del mundo antiguo) con el sistema de elevación con polipastos en la trampilla del Coliseo.

Así pues, mi investigación de base iconográfica medieval se pone en relación con arquitectura e ingeniería actual, proporcionando un estudio multidisciplinar que conjuga arte y ciencia, para ofrecer un estudio de la historia de los medios auxiliares en la construcción y su reproducción en la actualidad, proyecto que se encuentra en ejecución y que dada la falta de espacio será expuesto en próximas intervenciones.

Notas

1. Esta casuística la describe también Juan de Herrera en la construcción de El Escorial (Lorda y Martínez, 2000). Así pues, a la luz de la variedad de escenas representadas, diferente tipología de máquinas que ofrece la iconografía y la documentación de pago de materiales en diversas fases de la construcción, podríamos suponer que es una práctica habitual en la edad media.
2. Esta obra se compone de cuatro libros con diseños de ingenios, artilugios e inventos que abarcan diversas disciplinas sobresaliendo la hidráulica y poliorcética. Los libros I y II conforman el Cod.Lat.Monacensis 197 II, conservado en la Bayersiche Staatbibliothek de Munich, y los libros III y IV el Ms.Palatino 766, conservado en la Biblioteca Nazionale Centrale de Florencia.
3. Esta obra contiene una serie de dibujos de máquinas descritas con un pequeño texto en latín, predominando los artilugios militares y los artefactos para la elevación de agua y otras aplicaciones. Su manuscrito, Cod.Lat. Monacensis 28800, se encuentra en la Bayerische Staatbibliothek de Munich. La importancia de estas obras se cifra en la cantidad de copias que circularon cercanas en cronología al original, como por ejemplo el Ms.Lat.7239 de la Biblioteca Nacional de París, fechado en la segunda mitad del siglo XV, el cual perteneció al sultán Mahomet II.
4. Dicha Documentación está recogida en los Llibres de Obra de la Arcada Nova, donde se anota «un corró y una femella per a la grua com la altra que y era menjada». (Zaragozá, p.205)
5. Op.cit, p. 201.
6. Serra Desfilis, Amadeo; Miquel Juan, Matilde: «Pere Balaguer y la arquitectura valenciana entre los siglos XIV y XV», F.Taberner (ed.) *Historia de la ciudad IV: Memoria urbana,* ICARO- Colegio Territorial de Arquitectos –Ayuntamiento de Valencia- Universitat de València, 2005, p. 95.

7. En *Pere Compte arquitecto*, p 202. Señala un pago de 20 de mayo de 1447, al maestro de la catedral de Valencia por realizar una «mostra» [muestra] de la grúa que se hará el año siguiente.
8. Un ejemplo ofrecido por Zaragozá (2006) Opus cit,p.209, nos muestra una compra en julio de 1487 para las obras de la Lonja de Valencia, de «una pieza maestra principal de olmo, una sisa de olmo y dos poleas del estornino por necesidad de la grúa». Nos indica que la grúa ya estaba hecha y se deben cambiar los solicitados elementos, por lo que nos podemos hacer una idea de las máquinas que están operando en ese momento gracias a las piezas que compran para reparar, sin saber la forma en concreto, ni medidas, ni número de ellas, ni su cometido, dejando sin respuesta tantas preguntas.
9. Otro ejemplo citado también por Arturo Zaragozá, Op cit.p 211, ratifica esta idea ya que durante la construcción de la Lonja, llega un momento en que ésta se encuentra toda forrada de andamios y deben comprar materiales para componer una grúa de menores dimensiones que cargue los tambores de las columnas. Así se efectúa el pago en abril de 1494 por «seis ruedas pequeñas y seis pernos para los motones con los que se va a colocar la rueda de poner las piedras en los pilares y una rueda pequeña para la grúa de la rueda».
10. Amparo Graciani: Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media, *La Técnica de la arquitectura medieval*, Universidad de Sevilla, 2000, p.192.
11. El análisis de este elemento proporcionaría un artículo de manera independiente, con lo cual, tan sólo se ofrecerá una breve aproximación.

Lista de Referencias

Arciniega García, Luis. 1996. «La representación de la arquitectura en construcción al siglo XVI». *Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid 19-21 Septiembre 1996, eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU.

Bernardi, Philippe. 2011. *Batir au Moyen Age*. París: CNRS Editions.

Binding, Ghunter. 2001. *Medieval building techniques*. Tempus Published Limited.

Bruyne, Edgar de. 1994. *La estética de la Edad Media*. Madrid: Louvain. Ed. De L'institut superieur de Philosophie, 1947 (de la presente edición: Visor Distribuciones. S.A. 1994).

Colstream, Nicola. 2001. *Constructores y escultores*. Madrid: Ediciones Akal.

Colombier, Pierre du. 1973. *Les chantiers des catedrales.Ouvriers, architectes, sulpteurs*. Paris: Editions A&J Picard.

Eco, Umberto. 2012. *Arte y belleza en la estética medieval*. Barcelona, DeBolsillo.

Fernández Correas, Lorena. 2012. «The study of Medieval Lifting Machines thanks to Iconography: an example in Mediterranean Machinery». *Actas del IV Congreso Internacional de Historia de la Construcción Nuts & Bolts of Construction History*. Junio 2012, eds. A. Guillerme, R. Carvais, V. Negre y J. Sakarovitch, París: Editions Picard.

Graciani, Amparo (ed.) 2000. *La técnica de la arquitectura medieval*. Sevilla: Publicaciones Universidad de Sevilla.

Lawton, Bryan. 2003. *The early history of mechanical engineering*. Boston: Editorial Brill.

Lefevre, Wolfgang (ed). 2004. *Picturing machines, 1400-1700*. Cambridge: Ed.Wolfgang Lefevre.

Long, Pamela O. 2001. *Openess, secrecy authorship*. London & Baltimore: The John Hopkins University Press.

Long, Pamela O. (ed.). 1985. *Sciencie and Technology in Medieval Society*. New York: The New York Academy of Science.

Lorda Iñarra, Joaquin y Angélica Martínez Rodríguez. 2000. «Las grúas de Juan de Herrera», *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* SEHDC, Universidad de Sevilla, Junta de Andalucía, COAAT Granada, CEHOPU, Sevilla, 26-28 Octubre de 2000.

Martines, Giangiacomo. 1998-1999. «Macchine da candiere per il sollevamento deii pesi, nell'antichità, nel Medioevo, nei secoli XV e XVI». *Annali di architettura Rivista del Centro internazionale si Studi di Architettura Andrea Palladio di Vicenza*, vol.10-11.

Serra Desfilis, Amadeo y Matilde Miquel Juan. 2005. «Pere Balaguer y la arquitectura valenciana entre los siglos XIV y XV». F.Taberner (ed.) *Historia de la ciudad IV: Memoria urbana,* ICARO–Ayuntamiento de Valencia-Universitat de València.

Taccola, Mariano di Jacopo llamado Il.. 1984. De Rebus militaribus (De Machinis, 1449), facsímil comentado por Eberhard Knobloch, Editorial V. Koerner, Baden-Baden.

Taccola, Mariano di Jacopo llamado Il. 1969. *Liber tertius de ingeneis ac edifitiis non usitatis*, a cargo de J.H.Beck, Ediciones Il Polifilo, Milán.

Vitruvio Polión, Marco Lucio. 2006. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Madrid: Edición de Delfín Rodríguez Ruiz y Jose Luis Oliver Domingo. Alianza Editorial.

Zaragoza Catalán, Arturo. 1995. *Arquitectura Gótica Valenciana.* Valencia.

Zaragozá, Arturo; Gómez-Ferrer, Mercedes. 2008. *Pere Compte Arquitecto.* Valencia: Generalitat Valenciana.

Zaragozá Catalán, Arturo (dir.). 2008. *Jaime I (1208-2008). Arquitectura año cero.* Valencia.

Zenner, Marie-Therese (ed). 2004. *Villard's Legacy. Studies in medieval technology, science and art in memory of Jean Gimpel.* Ashgate, Burlington (USA).

Sverre Fehn y la construcción de la tradición

Jaime J. Ferrer Forés

La obra de Sverre Fehn (1924–2009) profesa una devoción obstinada por la esencia y la autenticidad, aunando tradición e intemporalidad. La intensidad poética de su legado se refleja en una obra abstracta en su precisión geométrica, táctil en su refinamiento constructivo y vernácula en su atención al lugar y a la memoria. Esta investigación analiza los avances constructivos de sus primeras obras y la fidelidad de los fundamentos tectónicos de su empírico lenguaje moderno, que abandona el funcionalismo ortodoxo de las vanguardias y se desarrolla atento a las peculiaridades topográficas, climáticas y constructivas del lugar. Tras su formación en 1949 en la Escuela de Arquitectura de Oslo con los profesores Arne Korsmo y Knut Knutsen, Sverre Fehn trabajó con Jean Prouvé en París (1953–1954) donde encontró en la curiosidad técnica y en la pasión artesana el modelo de talante inventivo y destreza constructiva. En 1953 Fehn realizó un largo viaje por Marruecos donde estudió lo esencial de la construcción vernácula, el ingenio popular en el uso de los materiales y la sabiduría anónima de los pueblos, y analizó los valores intemporales de la arquitectura. Asimismo, Fehn admiraba a Frank Lloyd Wright, Mies van der Rohe, Alvar Aalto y Jørn Utzon pero su auténtico mentor fue el arquitecto y profesor Arne Korsmo. La imaginación técnica caracterizó sus primeras obras, el Pabellón de Noruega en Bruselas (1958) y el Pabellón de los Países Nórdicos en Venecia (1962) y en la escala doméstica continuó la tradición de la modernidad nórdica, en unas obras que se nutren del lugar, la memoria y la materia. Su trayectoria, galardonada con el premio Pritzker en 1997, aúna tradición e intemporalidad y refleja la tenaz adhesión a unos principios intelectuales y plásticos que reivindican la lógica de la construcción, en una obra refinada y poética que posee la certeza de lo vernáculo.

Muros

En el discurso de aceptación del premio Pritzker Sverre Fehn relata: «Mis casi cincuenta años de trayecto por el mundo de la arquitectura comenzaron con el premio en el concurso para un museo en Lillehammer junto a Geir Grung, justo después de acabar los estudios de Arquitectura en Oslo» (Fehn 1997, 143)

Titulado en 1949, Sverre Fehn inicia su trayectoria profesional colaborando en el Departamento de Urbanismo del Ayuntamiento de Oslo y participando con Geir Grung en numerosos concursos. En 1949 obtienen el primer premio del concurso para la construcción de un museo en Lillehammer. Con el lema *A la greque*, conciben un recorrido secuencial como prolongación del paisaje, en un proyecto táctil en su rigor modular y poético en su relación con el paisaje. El proyecto que evoca en su recorrido la organización del museo de crecimiento ilimitado de Le Corbusier, se condensará en la versión definitiva con el deslizamiento escalonado de los volúmenes en el paisaje (1949–1956). La organización lineal y escalonada del museo se acomoda a la topografía del terreno

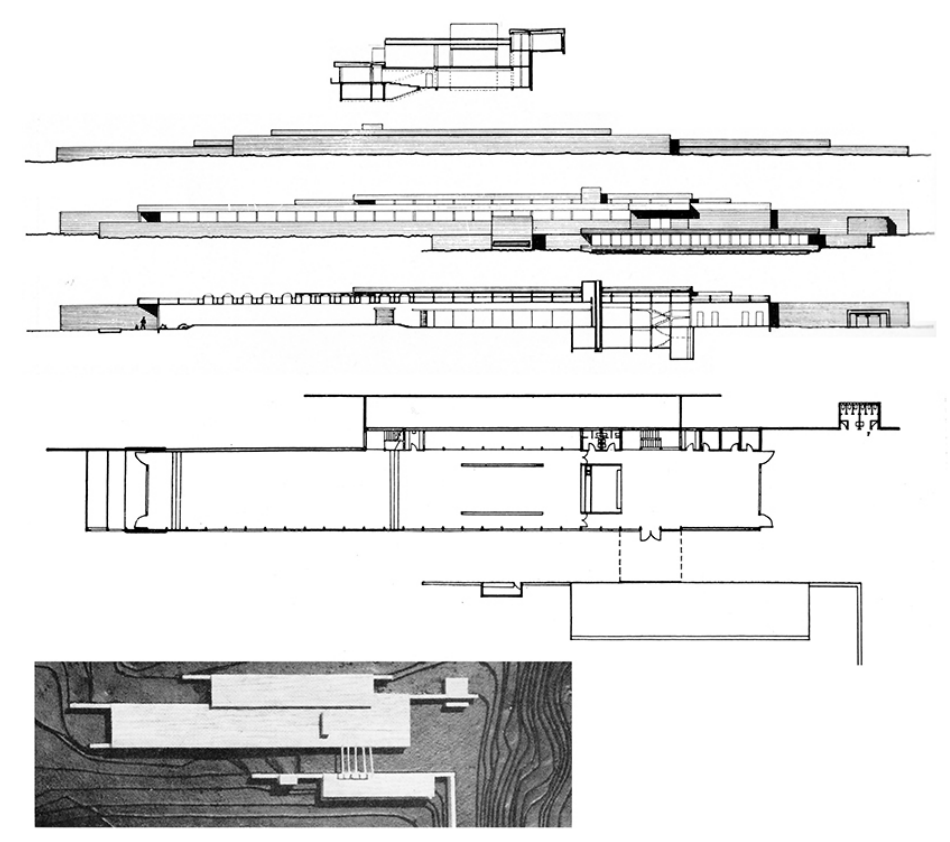


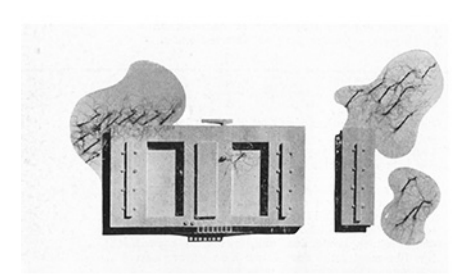
Figura 1
Sverre Fehn y Geir Grung. Museo en Lillehammer, 1949–1956 (Fehn, Grung 1960–1961, 70–71)

y se organiza en tres plantas aterrazadas y una plataforma intermedia. El proyecto recurre a la construcción de una serie de crujías paralelas que definen las salas diáfanas y continuas del museo que se abren a las vistas del lago Mjøsa.

En esta etapa inicial, imbuida por el magisterio de Arne Korsmo, Sverre Fehn buscaba siempre la claridad conceptual y formal y su obra se impregnó de la modernidad de las obras de los Maestros. La incorporación del danés Jørn Utzon en la sección noruega del CIAM, PAGON (Grupo de Arquitectos Progresistas de Oslo, Noruega), de la que formaban parte Arne Korsmo, Christian Norberg-Schulz, Geir Grung y Sverre Fehn, propició la realización del proyecto para un conjunto residencial de baja densidad en un área periférica al oeste de Oslo donde el muro constituye el elemento esencial de la composición. El conjunto de viviendas Armebråten (1951) se desarrollan sobre el muro de contención de la nueva calle de acceso que alberga las instalaciones colectivas y construye una crujía caracterizada por el desarrollo en distintos niveles que se adaptan cuidadosamente con el terreno y dispone de grandes aperturas que proyectan el habitáculo hacia el paisaje.

En la obra de Utzon y Fehn, el muro constituye el elemento esencial de la composición. En el Museo en Lillehammer, el muro es el elemento decisivo de la composición y se extiende más allá de los límites del museo. En las casas en Armebråten el muro organiza la composición y contiene los servicios. El prototipo de vivienda concebido en Oslo compendia los principios que Utzon desarrollará en la casa del arquitecto





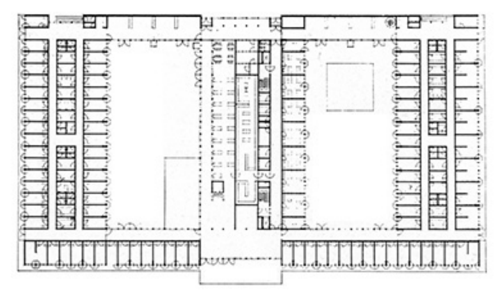


Figura 2
Sverre Fehn y Geir Grung. Residencia asistida en Økern, Oslo, 1952–1955 (Fehn, Grung 1957, 44–45)

en Hellebæk (1950–1952). La casa se establece sobre un muro que cierra la casa al norte y al acceso y abre los espacios domésticos al bosque. El proyecto recurre a la construcción de una crujía caracterizada por la transparencia de uno de los lados largos al sustituir un muro de la crujía por un pórtico formado por una serie de pilares en el plano de la fachada que permite obtener vistas hacia el paisaje. «Por un lado pretendo mirar hacia fuera, y por otro busco protección. Esta es la esencia de mi arquitectura: relacionarse con el entorno y tomar una vista del paisaje» (Fjeld 2009, 29). Con la elemental lección del profesor Arne Korsmo, Utzon construye su casa en Dinamarca y Sverre Fehn el proyecto del crematorio de Larvik (1950) donde explora el potencial del muro como elemento esencial de la construcción.

Con la voluntad de implantar la construcción cuidadosamente en el paisaje, la residencia asistida en Økern, Oslo (1952–1955) se erige sobre un basamento y se eleva sobre el terreno dotando a la residencia de una imagen formal que responde a los ideales de la Modernidad. El vuelo como caracterización formal moderna y la horizontalidad predominante del conjunto subraya el conjunto inscrito en la rigurosa disciplina de la trama modular como instrumento de economía y rigor formal. La composición modular de 2,75 m parte de la unidad de la habitación y el trazado ortogonal, la coherencia formal y la claridad organizativa ordena el conjunto en torno a dos patios. Introduciendo nuevos parámetros de iluminación, ventilación y de uso del espacio, muy acordes al concepto del estado del bienestar y a la dimensión pública la residencia, la obra

alude a la arquitectura de Mies, donde los gruesos cantos de las losas y las barandillas enfatizan la condición de mirador sobre la naturaleza circundante (Fehn, Petri 1990, 12). El exterior moderno flotante y horizontal contrasta con los patios clásicos y estáticos en el interior (Pallasmaa 2008, 77).

Con esta obra concluye la etapa de colaboración con Geir Grung y Jørn Utzon aunque su relación será constante. Así Fehn cuenta que siguió «el consejo de Jørn Utzon y me fui a Marruecos a estudiar la llamada arquitectura primitiva» (Fehn 1997, 143). En 1952–1953, Fehn realizó un largo viaje por Marruecos donde estudia lo esencial de la construcción vernácula y la sabiduría anónima de los pueblos. Para Fehn, «la única respuesta a la simplicidad y a la claridad de esta arquitectura es que existe en una cultura que a nosotros nos parece eterna» (Fjeld 2009, 42). A través de sus dibujos construirá su entendimiento poético de la arquitectura reivindicando los valores intemporales, el ingenio popular en el uso de los materiales y la poesía primitiva de las formas tradicionales.

En el artículo que publica a su regreso, titulado «La arquitectura primitiva de Marruecos», Sverre Fehn presenta los elementos esenciales de la construcción vernácula y un conjunto de paisajes construidos por el tiempo (Fehn 1952). «Mi generación viajó al Norte de África y buscó edificios antiguos en Noruega y en otros lugares para aprender el carácter anónimo y modesto» (Fehn 1992). La depuración formal de la construcción vernácula le impresionó por su modernidad. Fehn afirma: «nunca me he considerado moderno, aunque sí absorbí el mundo antimonumental e ilustrado de Le Corbusier así como el funcionalismo de las aldeas norteafricanas. Puede decirse que pertenezco a una época a la sombra de la modernidad» (Fehn 1952).

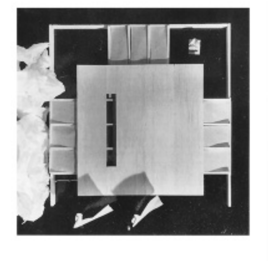
Si Marruecos fue importante para la formulación de su lírica gramática constructiva, su estancia en París gracias a los contactos de su profesor Arne Korsmo y a una beca del gobierno francés, le permitió trabajar sin sueldo en el estudio de Jean Prouvé en París (1953–1954) y propició el contacto con Le Corbusier y los CIAM. Para Sverre Fehn, «Jean Prouvé era un poeta de los materiales. Asimismo, podemos suscribir la frase de Perret: 'La construcción es la lengua materna, la arquitectura una lengua eterna', para mí sin construcción no hay arquitectura. La idea poética necesita un soporte que es la construcción para existir» (Norberg-Schulz 1993).

Pabellones y recintos: experimentación e innovación

En 1956 Sverre obtiene el primer premio del concurso para la construcción del Pabellón de Noruega en la Exposición Universal de Bruselas (1956–1958) que supuso su primer reconocimiento internacional. Construido junto al Pabellón de Finlandia de Raili y Reima Pietilä, Fehn concibe un recinto abierto de 37x37 m a la Avenue des Nations del parque Heysel que se establece al modo clásico sobre una crepidoma o plinto de pizarra noruega. Un recinto sin un itinerario determinado, caracterizado por la planta libre y por la flexibilidad en la disposición de las obras. De planteamiento miesiano, el pabellón define un recinto de 3 m parcialmente cubierto, en el centro mediante una cubierta de formato cuadrada, y liberando las esquinas de los patios enriqueciendo la concatenación espacial del recorrido.

Las bases del concurso demandaban un sistema constructivo prefabricado y desmontable. Fehn establece el pabellón sobre una trama modular de 5x5 metros y define el edificio como una «construcción sencilla». El recinto del pabellón estaba construido mediante elementos de hormigón prefabricado y vi-





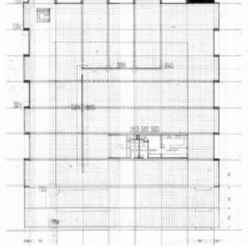


Figura 3
Sverre Fehn. Pabellón de Noruega en la Exposición Universal de Bruselas, 1956–1958 (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 73,76)

gas de madera. La estructura principal de madera laminada se ensambla con 48 tornillos mediante un sistema constructivo lógico y sencillo (Fjeld 2008, 24). Los muros prefabricados de 3x5 m y 15 cm de espesor formaban los contenedores que transportaban en barco de Noruega las piezas a exhibir.

Las jácenas se organizan en dos partes perpendiculares entre sí separadas 5 m. Cuatro jácenas de madera laminada dobles salvan el gran vano estructural de 37 metros y cuatro jácenas perpendiculares se apoyan en el muro del recinto y en un muro exento en el interior del pabellón. La duplicidad de la jácena permite la unión en seco, la articulación con el muro de hormigón prefabricado y la colocación entre ambas del raíl del cerramiento móvil (Fehn 1958).

Sobre las jácenas dobles de 1 metro de canto y 15 cm de espesor, descansan las vigas secundarias de madera laminada de 35 cm de canto y 15 cm de espesor que se disponen cada metro. Entre estas se disponen la iluminación artificial con tubos fluorescentes y como sofito se sitúan planchas translucidas de Marolux que distribuyen homogéneamente la luz en el interior y convierten la cubierta en un plano de luz. Mientras la estructura secundaria define la cubierta del pabellón, las jácenas principales en el patio perimetral sostienen una cubierta translúcida realizada con una resina epoxi denominada «Co-coon» formado una tela translucida permeable a la luz que sin embargo, por su carácter experimental, no alcanzó las prestaciones requeridas a nivel de impermeabilización.

Las puertas correderas de carpintería de madera contrastan con la carpintería oculta o transparente (perfilería de plexiglas) de los vidrios fijos cuyos soportes secundarios cruciformes de plexiglas evocan los pilares miesianos de acero cromado que minimizan su presencia.

En 1958 obtiene el primer premio del concurso restringido para la construcción del pabellón de los Países Nórdicos en la Bienal de Venecia (1958–1962) en el que participaron Raili y Reima Pietlia de Finlandia, Klas Anshelm de Suecia y Sverre Fehn de Noruega. La estrategia de integrar en un flexible y diáfano espacio expositivo la densa vegetación existente en el terreno que se debía preservar convenció al jurado de la convocatoria. Fehn concibe, «para proteger las pinturas y esculturas de la luz solar directa, y para proporcionar una atmósfera 'sin sombras' propia de Escandinavia, donde las obras de arte se había creado» una monumental celosía horizontal de lamas perpendicula-

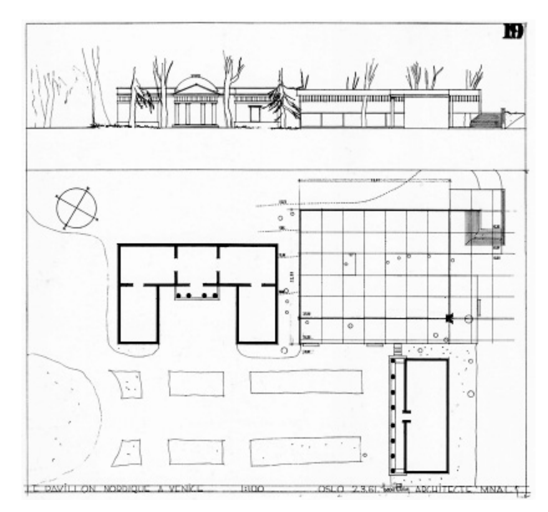


Figura 4
Sverre Fehn. Planta y alzado del Pabellón de los Países Nórdicos en la Bienal de Venecia, 1958–1962 (Fjeld 2009, 64)

res de hormigón que define una atmósfera difusa que evoca en el Adriático la luz característica de los países nórdicos (Fjeld 2009, 59). Los árboles existentes se introducen en la estructura interrumpiéndola y establecen un intenso diálogo con las obras de arte expuestas en la penumbra escandinava.

La superficie expositiva se inscribe en una trama modular de 3,66 m y queda delimitada a norte por el muro de contención y otro muro de hormigón que lo separa del pabellón de los Estados Unidos y se abre mediante cerramientos móviles a los jardines de la Biennale frente al pabellón danés. El módulo del pabellón se refleja también en el pavimento de filita noruega de dimensiones 52.3 x52,3 cm, la distancia interna del *brise-soleil* que forman las vigas de la cubierta (Fehn 1962).

El único soporte estructural se sitúa en la esquina sur del recinto y la doble jácena se bifurca ante un árbol preexistente. La doble jácena de hormigón armado de 2,10 m de canto sostiene una doble trama estructural construida con vigas de 1 metro de canto y 6 cm de espesor separadas 52,3 cm sobre las que se superponen perpendicularmente otro conjunto de vigas desarrollando la duplicidad y articulación de los elementos estructurales ensayados en el Pabellón de Bruselas y en el proyecto del concurso para la iglesia en Harstad (1955). Esta doble trama estructural impi-



Figura 5
Sverre Fehn. Pabellón de los Países Nórdicos en la Bienal de Venecia, 1958–1962 (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 83)

de la incidencia directa de la iluminación en el espacio central de la exposición generando una característica penumbra escandinava y alude al artículo de Sverre Fehn sobre la obra de Le Corbusier en la revista Byggekunst (Fehn 1956). La cubierta como *brise-soleil* sigue la cota de coronación del pabellón norteamericano y resuelve la impermeabilización mediante unos canales de fibra de vidrio que filtran la luz. Los dos metros de espesor de la cubierta se apoyan en el dintel de 2,10 metros de canto que se eleva dos metros del plano del suelo creando un umbral entre el interior de 4 metros de altura libre interior y el exterior. Al igual que en el Pabellón de Bruselas, la guía de la carpintería de los cerramientos móviles del pabellón discurren entre las jácenas principales (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 79).

Para Fehn «la construcción está desde el inicio, pero necesita un tiempo para que el proyecto encuentre su estructura» (Fjeld 2009, 182). Estos pabellones forjan una obra rigurosa en su precisión constructiva, poética en su diálogo con la naturaleza y abstracta en el tratamiento de la luz.

Recurrencia a la tradición: entramado de madera y monobloc

Fehn relata que «al principio creía huir de la arquitectura tradicional noruega, pero pronto me di cuenta de que ejercía dentro de sus parámetros». La singular síntesis de modernidad y tradición nórdica con referencias interculturales se experimenta también en el proyecto doméstico de Sverre Fehn: la casa Schreiner construida en Oslo (1961–1963) constituye un collage de referencias a la tradición japonesa y al lenguaje de las vanguardias y la casa Norrköping en Suecia (1963–1964) establece, a través de la concatenación ritual y centrífuga de los espacios, un movimiento circular en torno a un núcleo que aloja los servicios.

En la casa Schreiner, la primera casa construida del arquitecto, Fehn recurre a la construcción de un entramado de postes y vigas de madera que se inscribe en una estricta trama modular de 1 metro. Concentra en un núcleo de servicios, ejecutado con muro de ladrillo, la cocina y los baños y alude al núcleo compacto, *monobloc*, desarrollado por Jean Prouvé con quien Fehn había colaborado en su estudio en París. El núcleo central tiene una altura libre de 3,66 m y emerge por encima del plano de la cubierta de la casa a 2,44 permitiendo la entrada de luz cenital al núcleo de servicios (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 85). La casa se cierra al acceso y a la orientación norte y se abre al jardín a través de una terraza continua que prolonga el espacio doméstico al jardín. La ejecución minuciosa y el detalle táctil y riguroso constituyen, según Fehn, un homenaje a Japón.

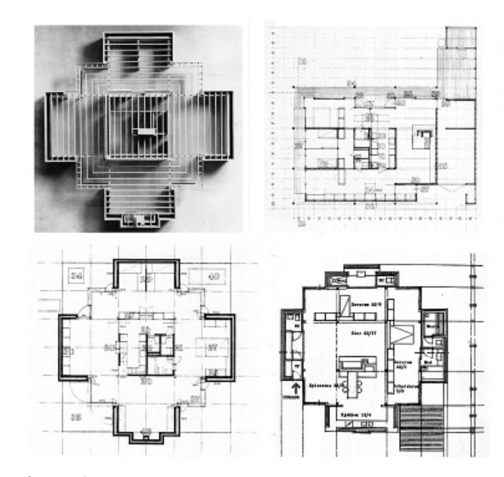


Figura 6
Sverre Fehn. Casa Schreiner, Oslo, 1961–1963, Casa en Norrköping, Suecia, 1963–1964 y Casa en Johnsrud, 1968–1970 (Fjeld 2009, 80, 84, 86)

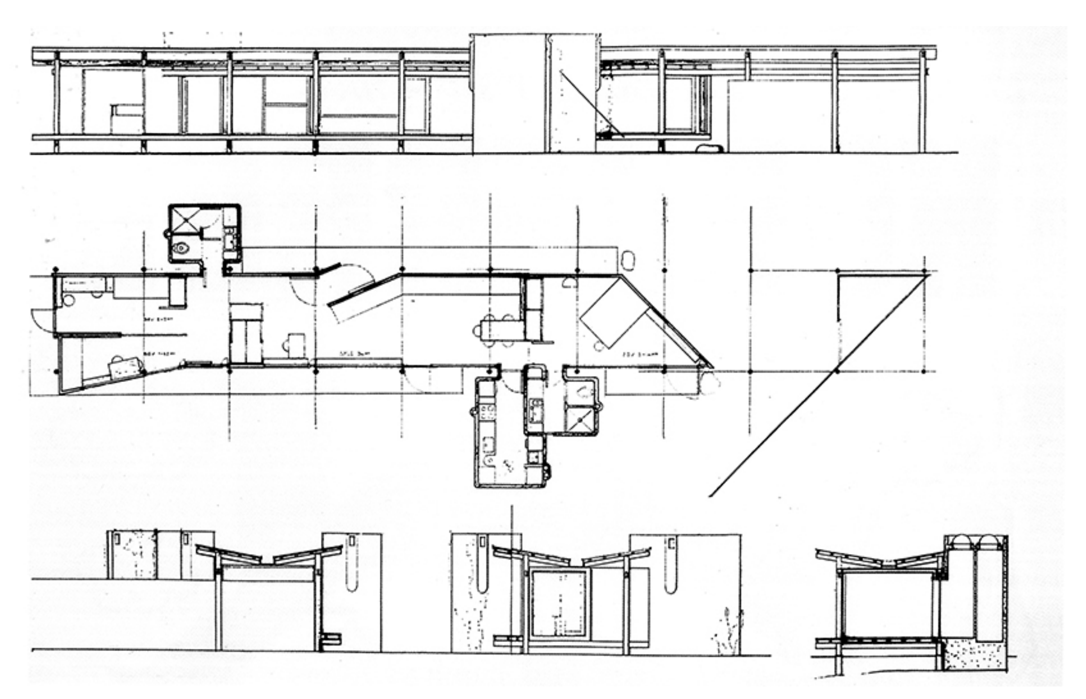


Figura 7
Sverre Fehn. Prototipo de casa Eternit, 1963–1964 (Fjeld 2009, 82)

En la exposición de la *Nordisk Villa-Parade* celebrada en Norrköping con el objetivo de investigar y reflexionar sobre «el hogar del futuro» en el ámbito escandinavo, Sverre Fehn construye junto a los daneses Jørgen Bo y Vilhelm Wohlert los suecos Sven Silow y Lennart Kvarnström y Kristian Gullischen de Finlandia un modelo de casa unifamiliar que parte del núcleo central *monobloc* como elemento organizador del programa doméstico. La planta cruciforme de Fehn se organiza en torno al núcleo central, que concentra la cocina y los servicios, y organiza la concatenación espacial de las estancias de la casa que evoca mediante una fábula poética la Villa Rotunda de Palladio. La casa de 150 m2 se inscribe en un cuadrado de 15x15 metros y se divide en 6x6 módulos generando cuatro estancias nicho (20 m2) y cuatro logias acristaladas (5 m2). La compartimentación variable del interior se adapta a las necesidades de los usuarios mediante los tabiques deslizantes que permiten segregar los distintos ámbitos de la casa. La estructura de vigas y postes de madera se combina con la estructura de los muros de ladrillo.

En la casa Johnsrud (1968–1970) Fehn retoma la idea de la planta central de la casa en Norrköping aunque desarrolla la inversión topológica del modelo precedente. Los núcleos de servicios se organizan en las muros perimetrales y el centro aloja el ámbito de estar. La estructura del entramado de vigas y postes de madera se combina con los muros perimetrales que alojan los servicios. Este desplazamiento de los núcleos de servicios se desarrollará en el concurso para la construcción de una casa prefabricada de Eternit (1963–1964) donde el núcleo *monobloc* del baño y la cocina se adosan, como elementos prefabricados, al cuerpo longitudinal de la casa que destaca por la autonomía de la estructura del cerramiento.

La combinación entre el sistemas estructural de un entramado de madera y una crujía de hormigón armado que aloja todos los servicios caracteriza también la composición de la casa Sparre en Skedsmo (1965–1967) (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 124).

En la Casa Arne Bødtker en Oslo (1961–1965) Fehn combina la estructura de muros de ladrillo con

el armazón de vigas y postes de madera. El contraste entre las dos estructuras se enfatiza con el giro a 45º de la trama modular. La composición combina las tres estancias nicho de ladrillo, que alojan los servicios y se caracterizan por su mayor altura interior libre, con una estancia mirador abierta al fiordo de Oslo y caracterizada por la terraza continua. La expresión de los elementos estructurales de la terraza y del cerramiento con el enlistonado vertical, las barandillas y los tornapuntas de las terrazas que introduce en sus obras posteriores como en la Casa Bødtker en Oslo (1965–1967) o la estructura de madera del alero de la cubierta de la Villa Busk en Bamble (1987–1990) reivindican el legado de la herencia constructiva.

Fehn recurre al sistema constructivo del entramado de vigas y postes de madera de la tradición vernácula y su estricto armazón de madera. Mediante la reinterpretación de las técnicas y sistemas constructivos tradicionales Sverre Fehn reivindica las raíces culturales en una progresiva asimilación de la tradición.

La estructura del sistema de entramado tradicional está formada por un estricto armazón de madera y un relleno de fábrica o madera. En el prototipo de vivienda del complejo deportivo en Mauritzberg, Norrköping, Suecia (1991–1992) Fehn construye un entramado de madera y como plementería recurre a bloques de paja y tierra compactada revestidos con una capa de yeso de color. La cubierta abovedada de la crujía central se ejecuta con una estructura de madera laminada y una cubierta de paneles de madera y corcho. La crujía menor de circulaciones y servicios se establece como pieza comunicante de la casa y recurre a una cubierta plana (Fjeld 2009, 96).

El conjunto plantea la construcción de 300 vivien-



Figura 8
Sverre Fehn. Casa Arne Bødtker, Oslo, 1961–1965 (Fjeld 2009, 88)

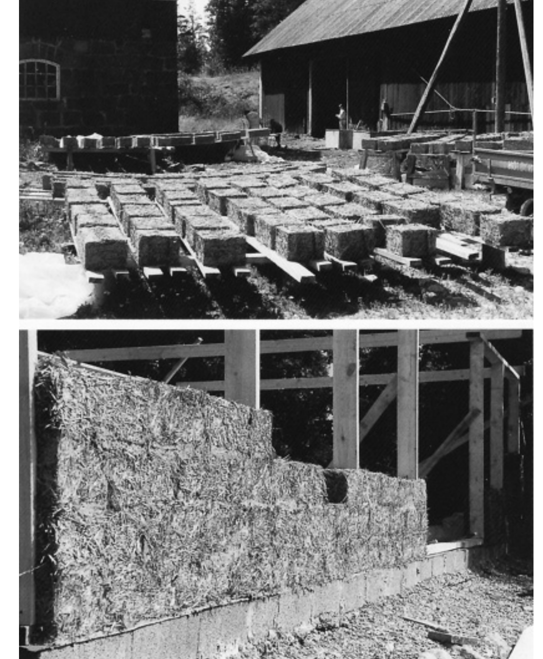


Figura 9
Sverre Fehn. Construcción del prototipo de vivienda en Mauritzberg, Norrköping, Suecia, 1991–1992 (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 219)

das de distintos tamaños entre 40 y 250 m2 que comparten el modelo de casa patio alargada y el sistema constructivo de crujías de muros de carga. El patio separa los distintos ámbitos funcionales y dota de un espacio protegido exterior a todas las piezas de la casa. El patio actúa como un elemento de mediación con la naturaleza y la secuencia de patios entre las estancias construye un modelo de casa *multipatio* que alude al corredor y al patio de la Villa Busk en Bamble (1987–1990) y evoca las casas *multipatio* de Serge Chermayeff, especialmente interesado en el problema de la privacidad de la casa.

Construcción naval

En la obra de Sverre Fehn la estructura tiene una presencia muy relevante y evoca la tradición nórdica de las antiguas iglesias que eran construidas por los maestros navales. Para Fehn, la nave de una *stavkirker* tiene una estructura muy similar a una embarcación.

En el proyecto del concurso para la iglesia en Honningsvåg (1965) Fehn concibe un monolítico volumen de hormigón que responde a la severidad del clima en el Cabo Norte y protege el armazón de madera de madera de la cubierta cuya sección alude a la superficie curva del casco de una embarcación. Fehn describe como «la construcción de las naves vikingas, un ensamblaje de elementos que se basa en el entendimiento del movimiento del mar inspiró la construcción de la cubierta de la iglesia» (Fjeld 2009, 142). Al igual que en la obra de Utzon, la influencia del mundo naval ejerció una importante influencia en su obra.

La reinterpretación de la forma de una embarcación y el vínculo en la cultura nórdica de los maestros carpinteros con los constructores navales se extiende en el proyecto de Sverre Fehn para cubrir las inscripciones prehistóricas de Svartskogen (1978). Sobre una roca granítica sitúa una estructura de madera laminada cuyo armazón evoca la sección de una nave vikinga.

En el proyecto del museo minero de Røros (1979–1980), Fehn concibe un edificio puente que conecta la localidad con las minas situadas al otro lado del río Glåmma. La estructura del puente es una viga de hormigón central sin apoyos intermedios y cubierta con una estructura de madera. La articulación de las vigas de madera y los tornapuntas que soportan los faldones inclinados de la cubierta aluden a la construcción naval. El lucernario central y las prolongación de los aleros orientan la visión hacia el río e introducen en el interior la luz reflejada en la nieve y en el agua del río (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 170). La disposición asimétrica del muro que verte-

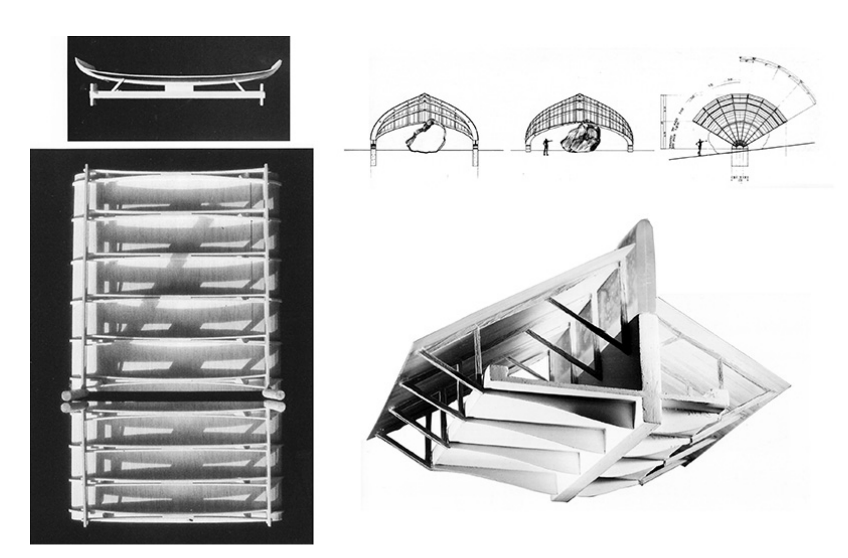


Figura 10
Sverre Fehn. Estructura de la cubierta en Honningsvåg, 1965; cubierta de las inscripciones prehistóricas de Svartskogen, 1978 y museo minero de Røros, 1979–1980 (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 111, 167, 173)

bra el proyecto caracteriza el recorrido expositivo y acentúa la fuga visual.

La expresión del hormigón

En el proyecto para la biblioteca en Trondheim, Noruega (1977), Fehn levanta sobre las ruinas arqueológicas de la ciudad más antigua de Noruega, una delicada estructura que proporciona espacios estratificados por la luz y donde lo nuevo pone en valor lo existente. Esta relación con las construcciones existentes cristaliza en el Museo Hedmark en Hamar (1967–1970). Entre las ruinas de una residencia episcopal medieval y una granja del siglo XVII, Fehn establece, sobre una zona de excavaciones arqueológicas, una intensa secuencia de rampas y recorridos con detalles que aluden a la obra de Carlo Scarpa. Fehn traza sobre las ruinas de las tres naves de la construcción preexistente una estructura de hormigón que dialoga con la estructura de madera laminada de la cubierta que combina tejas de arcilla y vidrio enfatizando el intenso itinerario que recorre los objetos encontrados en el yacimiento y otros elementos que forman parte del museo etnológico así como el auditorio y los servicios complementarios (López de la Cruz 2016, 44). Fehn combina el hormigón texturado por las tablillas del encofrado con la articulada estructura de la cubierta de madera laminada y las preexistencias del muro de mampostería y además crea un dispositivo expositivo para cada pieza recurriendo a distintos elementos auxiliares que intensifican la forma más adecuada para presentarlas y potenciar su significado. Parafraseando a T. S. Eliot, Fehn afirma: «Quienes persiguen el pasado nunca lo alcanzarán. Sólo la manifestación del presente es capaz de devolver la vida al pasado.»

El Museo de los Glaciares en Fjærland (1991) y el Museo Aukrust en Alvdal (1995), dos de sus realizaciones más destacadas de la última etapa de su trayectoria, se levantan como fragmentos inclinados del paisaje noruego. El orden pautado de la estructura construye un perfil inclinado cuya escala cambiante contrasta con la regularidad de la luz cenital.

Fehn trasladará su experiencia en la construcción de la fortaleza doméstica de hormigón texturado de la Villa Busk (1987–1990) en el paisaje quebrado de un fiordo, al Museo de los glaciares en Fjaerland (1989–1991). La rotundidad de los muros de hormigón, encofrado mediante paneles, que dialogan con los acantilados rocosos del entorno se contrapone a la articulación de las vigas de madera del porche. La doble escalera ceremonial hacia el mirador panorámico del glacial contrasta con la estructura tectónica del porche que conduce al visitante al interior del museo. La linealidad del museo contrasta también con el cuerpo cilíndrico adosado del auditorio y los perfiles inclinados y transparentes del restaurante. En el interior, el lucernario central ordena el espacio expositivo caracterizado por los elementos estructurales de hormigón y los revestimientos de madera.



Figura 11
Sverre Fehn. Museo Hedmark en Hamar, 1967–1970 (Norberg-Schulz, Postiglione 2009, 139)

La poesía de la línea recta se materializa en el Museo Aukrust en Alvdal (1993–1996) que presenta la obra del artista Kjell Aukrust. La horizontalidad del edificio enfatiza el emplazamiento en el valle de Alvdal. El edificio se concibe desde la sección transversal del museo que Fehn dibujó a escala 1:1 en la pared de su estudio (Norri 1998, 38) y se proyecta mediante la traslación de un pórtico sobre un eje longitudinal de 170 metros en el que se adosan, como contraposición, figuras irregulares que alojan usos complementarios. Fehn concibe un cuerpo horizontal vertebrado por un eje central de hormigón armado que contiene las instalaciones y los servicios en una idea que retoma del proyecto de las viviendas en Armebråten (1951).

Sobre el muro central que define dos franjas longitudinales paralelas, se apoya la cubierta y un pórtico articulado con un lucernario descansa sobre pilares



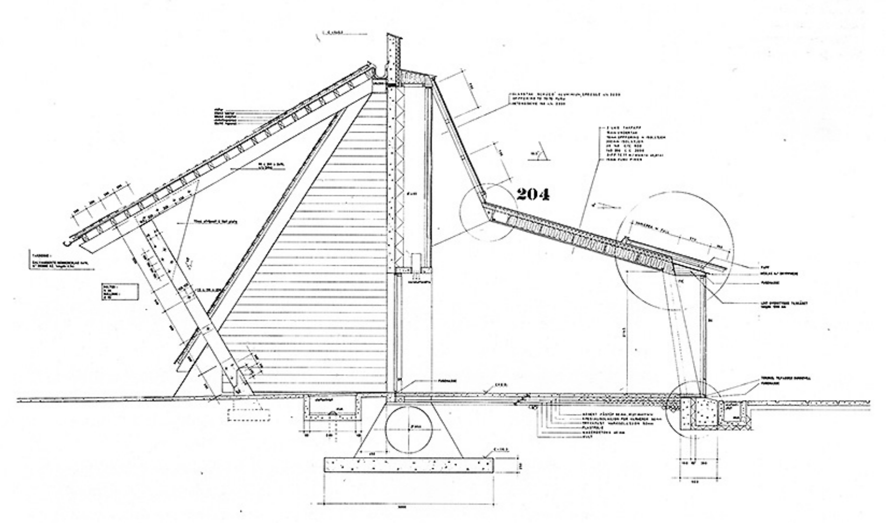


Figura 12
Sverre Fehn. Museo Aukrust en Alvdal, 1993–1996 (Fjeld 2009, 218–219).

huecos de madera. En la franja sur se sitúan las áreas técnicas y los servicios y en la norte se emplaza el espacio de exposición relacionado con la naturaleza del valle y las salas complementarias: la biblioteca, la sala polivalente y el taller público y en el extremo opuesto el auditorio y la sala de conferencias. El exterior presenta dos frentes muy diferenciados: en el ámbito sur, frente a la carretera y el acceso un revestimiento de pizarra caracteriza el muro inclinado y en el frente norte destaca el contorno irregular de las salas complementarias con el revestimiento de piedra. Para Sverre Fehn «el muro inclinado es tan simple como apoyar los postes de una valla contra un granero» (Norri 1998, 40).

Conclusión. La razón constructiva

La reflexión profunda de Sverre Fehn se refleja en una obra rigurosa y poética que apoyándose en el talento de sus dibujos y escritos, reivindica la esencia, la autenticidad y la razón constructiva. Para Fehn, « el arquitecto es un poeta que piensa y habla con la ayuda de la construcción» (Fjeld 2009, 185) y añade: «sin construcción no hay arquitectura. La construcción ha nacido de la tierra, del combate con ella. Trabajamos con letras, con un alfabeto, escribiendo una historia con un pequeño ladrillo. El punto de partida de la construcción es el equilibrio entre una idea y este lenguaje. La historia y su estructura son indiso-

lubles. La idea poética necesita un soporte, que es la construcción, para existir».

Para Sverre Fehn, «es en el encuentro con el terreno en el que la construcción encuentra su significado» (Fjeld 2008, 22). Los proyectos analizados responden con sensibilidad al contexto y construyen una obra que fluye del rigor modular de la residencia asistida en Økern, Oslo (1952–1955) y la experimentación técnica y prefabricada del Pabellón de Bruselas (1956–1958) a la audacia constructiva de las esbeltísimas vigas de hormigón armado in situ del Pabellón de los países nórdicos en Venecia (1958–1962); de la tradición constructiva del entramado de madera que desarrolla en los proyectos domésticos, al talante inventivo del *monobloc* concebido por Prouvé; de la reinterpretación de la construcción naval que proyecta en la iglesia en Honningsvåg (1965) o en el museo minero de Røros (1979–1980), al trabajo artesano del Museo Hedmark en Hamar (1967–1970), que combina de forma exquisita destreza constructiva y diálogo con las preexistencias; y culmina en las obras paisajísticas del Museo de los glaciares en Fjaerland (1989–1991) y el Museo Aukrust en Alvdal (1993–1996) que cierran, con la rotundidad expresiva del hormigón, una trayectoria poética que aúna tradición e intemporalidad.

Lista de Referencias

Fehn, Sverre. 1952. «Moroccan primitive architecture». *Byggekunst*, núm. 5.

Fehn, Sverre. 1956. «Le Corbusier i Chandigahr». *Byggekunst*, núm. 8, 197–206.

Fehn, Sverre y Grung, Geir. 1957. «Asile pour Vielillards a Oslo». *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 73, 44–45.

Fehn, Sverre. 1958. «Paviljongen i Bryssel». *Byggekunst*, núm. 4, 85–94.

Fehn, Sverre y Grung, Geir. 1960–1961. «Musée a Lillehammer». *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 93, 70–71.

Fehn, Sverre. 1962. «Nordisk paviljongen ved Biennalen i Venezia». *Byggekunst*, núm. 6, 145–155.

Fehn, Sverre y Petri, Mathilde. 1990. «Da Sverre Fehn». *Skala*, núm. 23, 12–17.

Fehn, Sverre. 1992. *Sverre Fehn. The Poetry of the Straight Line. Five Masters of the North*. Helsinki, Museum of Finnish Architecture.

Fehn, Sverre. [1997] 2015. *Premios Pritzker. Discursos de aceptación 1979–2015*. Editado por R. Alcolea, H. García-Diego, J.M. Ochotorena y J. Tárrago. Barcelona: Fundación Arquia.

Fjeld, Per Olaf. 2009. *Sverre Fehn: The pattern of thoughts.* Nueva York. The Monacelli Press.

Fjeld, Per Olaf. 2008. Sverre Fehn and the Architectural refinement of a Spatial Instinct. En *Sverre Fehn. Intuition-Reflection-Construction.* Oslo: The National Museum of Art, Architecture and Design.

López de la Cruz, Juan José. 2016. «Tiempo y construcción. La intervención de Sverre Fehn en la Granja de Hamar». *En Blanco*, núm. 20, 42–49.

Norberg-Schulz, Christian. 1993. «Une vision poètique». *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 287, 91–93.

Norberg-Schulz, Christian, Postiglione, Gennaro. 2009. *Sverre Fehn. Opera completa.* Milán. Electa.

Norri, Marja-Riitta. 1998. «Paisaje cultural: centro Aukrust, Alvdal, Noruega». *AV*, núm. 71, 38–45.

Pallasmaa, Juhani. 2008. «Un místico noruego». *Arquitectura Viva*, núm. 123, 76–77.

Los templos filipinos novohispanos

Edmundo Arturo Figueroa Viruega

El periodo español en Filipinas comprendido entre el siglo XVI y el XIX, derivó en la formación de una identidad propia, surgida a partir de la concepción ideológica y cultural hispánica que se mezcló con aspectos locales, creando un sincretismo peculiar, producto de las influencias directas de España, México y Filipinas pero también de algunas asiáticas; sin embargo, este aspecto fue minimizado durante el periodo estadunidense en las islas, creando una desconexión, pérdida y transformación de esa conexión directa; sin embargo, como producto de dicho sincretismo existe un vasto patrimonio edificado que es testigo de ese momento histórico, en el que se desarrollaron construcciones que fusionaron conocimiento, materiales y tecnologías propias y ajenas, resultando un legado constructivo de características propias, que respondieron a la situación local, histórica, política y económica, el más claro reflejo de ello está implícito en los inmuebles religiosos de Filipinas.

El más notorio ejemplo de la penetración española en el archipiélago filipino queda de manifiesto en la fuerte devoción de sus habitantes, quienes con celo demuestran el fuerte arraigo del catolicismo, contrastando con las religiones de la región. El establecimiento de la Iglesia en tierras asiáticas fue un arduo trabajo realizado primordialmente por españoles y portugueses, enfrentándose a un difícil reto, que fracasó casi en la totalidad de ese confín asiático, pero no en Filipinas, lugar en que los misioneros españoles lograron que los moradores abrazaran la fe con gran devoción y en respuesta paulatinamente el territorio fue llenándose de templos, conventos y demás edificios religiosos que respondieran a la creciente demanda. Cabe mencionar que Filipinas es el país con el mayor número de católicos en Asía.

Curiosamente del periodo español, sólo ha pervivido notoriamente la enseñanza del cristianismo, dado que otros aspectos como la lengua y la cultura se han ido desvaneciendo, aunado a que nunca lograron penetrar al grueso de la población; sin embargo el sincretismo de los pueblos está presente en la vida cotidiana, lo que ha conferido la actual identidad de la nación creada a partir de una huella que resulta prácticamente imperceptible en la actualidad. El desarrollo de la Iglesia en Filipinas fue fructífero y es un claro testimonio de la gran labor misionera española; replicando esquemas comprobados en los territorios americanos; es decir, la implantación de la fe en Filipinas se dio a partir del entendimiento y conocimiento de los pueblos y el proceso evangelizador en las actuales tierras mexicanas, redundando en un esquema novohispano implementado para los nuevos territorios, con características comunes pero también con aportaciones propias que responden a la región adaptándose a las condiciones particulares del sitio.

El desarrollo del mundo hispano en Filipinas inició con la conquista del territorio, la cual se dio poco después de la de México, siendo el florecimiento de ambas regiones prácticamente sincrónico; sin embargo, el caso mexicano al ser ligeramente anterior permitió establecer metodologías de evangelización para

poblaciones ajenas a los conceptos del cristianismo, situación que fue aprovechada por los misioneros para aplicar ese conocimiento en las islas, siendo así que el esquema instaurado en Filipinas fue un producto que entendió las culturas adaptándose a ellas, creando un sincretismo que dio paso a un mestizaje, es decir el modelo novohispano se extendió allende del Pacifico.

Al momento de la incursión española en los actuales territorios de México y Filipinas estaban conformados por pueblos diversos que se encontraban dispersos en los vastos territorios, siendo rivales en ocasiones, pero que a partir de la conquista se fueron hermanando, desapareciendo rivalidades, conjuntando ideologías para crear una misma entidad en la que confluían diferentes ideologías y culturas que se unieron en un nuevo esquema gubernamental, que paulatinamente desarrolló una nueva identidad.

Filipinas actualmente está formado por un territorio insular de 7,107 islas de dimensiones distintas, donde predomina la poca altitud con flora exuberante e hidrografía abundante, características que permitieron el desarrollo de pueblos de origen malayo-polinesio dedicados primeramente a la pesca y posteriormente a la agricultura priorizando el cultivo de arroz, extendiéndose la población desde las costas hasta las cordilleras, sin embargo la conexión marítima fue trascendental en el auge de los pueblos quienes establecieron incesantes líneas comerciales con pueblos vecinos aprovechando la estratégica ubicación del archipiélago.

Tras la conquista de Filipinas y con el ímpetu de la Corona Española por establecer una mayor extensión territorial, la conexión marítima cobró mayor relevancia, generando nuevas rutas que servían para fortalecer gobiernos pero también nexos comerciales, implementación de dogmas de fe y de forma involuntaria sincretismos culturales. Miguel López de Legazpi marcó el establecimiento español en Filipinas, a partir de ese instante se convirtió en la puerta de entrada a Asía para España, permitiendo un comercio directo, mediante una nueva ruta entre Asia y Europa que se concretó con el descubrimiento del tornaviaje de Andrés de Urdaneta en 1565.

El constante intercambio entre oriente y occidente dejó riquezas abundantes en ambos extremos de la ruta, sin embargo resulta de gran valía el impensado lazo fraternal que se desarrolló entre los pueblos creando un mestizaje cultural que se arraigó fuertemente en la sociedad, marcando la característica y distintiva identidad novohispana, es decir los pueblos dejaron tras de sí sus orígenes e integraron en sus concepciones la herencia española creando una nueva, una que no era española, tampoco mexicana y mucho menos filipina, era novohispana. El establecimiento español en Filipinas dio origen al mestizaje novohispano compartido entre tierras mexicanas y filipinas.

La fusión y entendimiento de culturas y pueblos fue una labor incesante en la que los misioneros resultaron los artífices desarrollando junto con el gobierno y la milicia nuevos pueblos, centrándose los religiosos en adoctrinar pero también en proteger; la paciencia y puesta en práctica de conceptos desarrollado en tierras mexicanas fueron replicados en las Islas Filipinas, siendo así que la arquitectura a cielo abierto fue cobrando relevancia, integrando poblaciones que fueron evangelizadas, dejando como testimonio una gran cantidad de recintos religiosos. Es de resaltar que un problema común en los nuevos territorios enfrentado por los religiosos fue la barrera del idioma, sin embargo para Filipinas decidieron que a diferencia de en México era más fácil para la evangelización que los misioneras aprendieran las lenguas locales y no que los habitantes lo hicieran con el español, lo que permitió una más rápida penetración en el mundo filipino creando una mayor aceptación.

Del mismo modo, el entendimiento y análisis de los procesos de evangelizadores establecidos en el Nuevo Mundo se optó por importar los eficaces esquemas de adoctrinamiento de arquitectura a cielo abierto; es decir, atrios, capillas posas, capillas abiertas y caminos procesionales complementando las partidas arquitectónicas de templos y conventos; entendiendo que dicha implementación es una forma de crear la sacralización del espacio abierto, confiriéndole características propias y distintivas, pero que permiten una mayor conexión con los habitantes.

La arquitectura realizada en Filipinas es el resultado de la comprensión y adaptación de materiales y sistemas constructivos novohispanos que se integraron a los del mundo asiático creando una arquitectura singular que responde a la geografía insular. En consecuencia las edificaciones se apropian del terreno, adaptándose al emplazamiento, privilegiando la ubicación de los templos dentro de la traza urbana de las poblaciones; el aprovechamiento de los recursos naturales existentes es notorio al optimizar materiales



Figura 1
Templo de San Agustín en Intramuros Manila. (Foto de autor)

tan diversos como piedra coralina, caliza, volcánica, arcillas así como madera, seleccionando el de mayor abundancia, facilitando la edificación al reducir costos por traslados (figura 1).

Las características propias de cada región de Filipinas le dan a la arquitectura características peculiares, debido a que las soluciones constructivas están intrínsecamente relacionadas con el entorno, es así que los materiales predominantes de cada zona dictan el esquema constructivo y por ende forma y resistencia. Los constructores entendiendo los principios de optimización de la materia y adaptación al entorno trabajaron en conjunto con los habitantes para construir con piedra coralina, volcánica, arenisca e incluso arcilla según las condiciones locales lo permitieran, logrando espacios con características propias.

Al emplear materiales de la región se dota a la arquitectura de un carácter local, dentro de ese aspecto aparecen referencias directas a civilizaciones cercanas con motivos alusivos a la cultura china, siamesas, japonesas, malayas, entre otras pero también se presenta el uso de una concha marina conocida como capiz empleada en ventanas por su peculiar traslucidez, este material es una constante y característica de la arquitectura tradicional filipina. La solución formal de la arquitectura responde de igual manera a las características sísmicas y volcánicas de la región por lo que las edificaciones son robustas para resistir los embates natural que se complementan con la presencia de tifones cada año (figura 2).

La mayoría de los recintos religiosos aparecen antecedidos por un atrio, en ocasiones delimitado por una barda; en ciertos casos mientras el atrio tiene un doble uso al ser compartido con plaza pública por lo que el espacio abierto es tanto religioso como civil, «con muchísima frecuencia, los espacios abiertos religiosos de las localidades virreinales mexicanas se concatenan con las plazas cívicas y llegan a conformar series de explanadas o plataformas relacionadas entre sí» (Artigas Hernández, 2001 pág. 15); en otras ocasiones existen viacrucis, mientras que en otros pasos procesionales o esculturas sagradas; menos recurrente es la existencia de capillas posas y capillas miserere. Cabe mencionar que las construcciones fueron realizadas en distintas etapas históricas y constructivas por lo que es común la diferenciación de etapas constructivas así como la modificación de los espacios, pudiendo desaparecer parcial o totalmente.

El atrio es el espacio abierto que antecede al templo, en ocasiones delimitado con bardas que en Fili-



Figura 2
El templo de Paete es antecedido por el atrio. (Foto de autor)

pinas generalmente son bajas erigidas con la misma fábrica que el templo, sin embargo en otros casos la delimitación del espacio es generada por algún elemento natural como puede ser un borde o uno creado por el hombre como la traza urbana, en ocasiones conjuntando espacios en un uso mixto en torno al cual se localizan los edificios de gobierno, concentrando el poder gubernamental, militar y religioso, siendo el atrio el espacio ordenador, que conjunta pero diferencia, integrando a la sociedad y sus funciones mediante un espacio contenedor; además el atrio funciona como transición entre el poblado y el templo «la continuidad espacial existente entre elementos internos y externos de la arquitectura, entre el presbiterio techado y la nave descubierta, creándose dicha continuidad espacial entre 'el dentro' y 'el fuera'» (Artigas Hernández, 2001 págs. 11-12).

Comúnmente los atrios definen pasos, ya sea para generar trayectos directos hacia el templo o para generar recorridos alrededor, dejando zonas a las que se integra vegetación, pero también cruces atriales, esculturas, viacrucis o pasos procesionales, lo que enfatiza el carácter sagrado del espacio abierto; la conjunción de diversos elementos en el atrio permitía una interacción constante entre la religión y los habitantes, insertando los conceptos de la fe de manera constante. En la actualidad muchos atrios se han transformado para convertirse en explanadas que fungen como estacionamiento, desvirtuando el uso y la conexión además de la sacralización espacial.

La presencia de capillas posas en los atrios filipinos no es una situación constante, sin embargo su existencia es una prueba fehaciente de la relación entre los territorios de la Nueva España y de que los modelos implementados fueron repetidos en los distintos confines conquistados por la Corona Española, comprobando la eficacia del sistema evangelizador para pueblos neófitos del cristianismo; cabe destacar que la constante reconstrucción de los templos en la región y el empleo de materiales perecederos dan paso a justificar la carencia de capillas posas edificadas como ocurre en el territorio mexicano. Igualmente se abre la posibilidad de que dichos espacios fueron construidos con materiales naturales con un esquema de arquitectura efímera, situación que probablemente se repitió con las capillas abiertas.

En los atrios filipinos es habitual la presencia de capillas de adoración, pequeñas construcciones a modo de nicho, que en ocasiones emulan la forma de una gruta que al interior alberga una imagen santa, comúnmente un motivo mariano; algunas de estas capillas fueron edificadas recientemente, pudiendo sustituir a una anterior fuera de materiales perecederos o resistentes, sin embargo es de resaltar que la existencia de estos espacios refleja la relevancia del culto en espacios abiertos, preservando la interacción entre la sociedad y la Iglesia, propósito trascendental de la arquitectura a cielo abierto (figura 3).

El uso de arquitectura efímera para ciertos espacios cobra sentido al comprender las bondades de los materiales empleados tales como el bambú, madera, palma entre otros, que brindan resistencia, flexibilidad y ligereza pero que también permiten un armado rápido además de que se adecuan de mejor manera a las condiciones climáticas de la región, permitiendo una ventilación natural y que se adapta a los movimientos naturales tanto por sismo como por tifones, incluso en caso de colapsar, no propician daños mayores a la población. También existe la condición natural de las capillas abiertas que evolucionaron a construcciones más grandes adaptándose la posible primigenia construcción a una de mayores dimensiones que permita alojar al interior a la feligresía.

En una primera instancia, tras la conquista del territorio se procedió a la construcción de inmuebles religiosos siendo de materiales perecederos para una rápida fabricación, siendo la madera y la palma de nipa materiales locales que dotaron a los pobladores de los primeros espacios, posteriormente fueron sustituidos por construcciones más resistentes, ello pudo

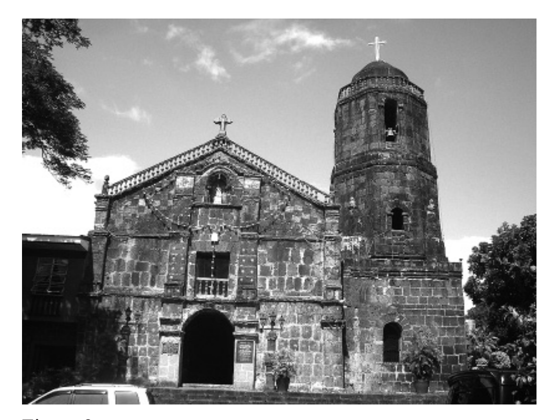


Figura 3
El templo de Baras se adapta a los cambios de nivel jerarquizando el templo sobre el atrio. (Foto de autor)

conducir a la desaparición de las capillas abiertas en caso de que éstas existieran.

La religión tuvo un papel trascendental en la conformación de las Islas Filipinas, dado que además de cumplir con su labor evangelizadora, colaboró a nivel social facilitando el ordenamiento poblacional, debido a que previo a la incursión española no existían pueblos, los moradores se encontraban dispersos en la región, al fundarse las villas y en ellas asentarse los templos los moradores buscaron acercarse a ella, concentrando la población en urbes que permitían un control de la población, brindándoles servicios y protección de mejor manera.

Los religiosos se establecieron en Filipinas mediante una distribución geográfica, repartiendo el territorio entre las distintas órdenes religiosas que poco a poco construyeron templos y conventos a la par que evangelizaban, colaborando en el apaciguamiento de la población; estas acciones se repitieron por todas las islas, únicamente presentando cierta resistencia la región de Mindanao al sur de Filipinas donde la fuerte presencia musulmana dificultó el establecimiento del cristianismo, generando conflictos políticos y sociales, que incluso hasta la fecha existen.

La iglesia de la época española en Filipinas generalmente responde a la composición de una nave rasa o bien a una cruciforme, con gruesos muros que aparecen reforzados con contrafuertes, con ventanas pequeñas. La composición al interior responde a las condiciones de la población y la relevancia que ostenta el templo, así como a la etapa constructiva; si bien los templos de una sola nave son los más frecuentes no es la única solución, existen en menor cantidad templos cruciformes, de planta basilical e incluso criptocolaterales; en este punto cabe hacer mención que como consecuencia de los distintos desastres tanto naturales como bélicos que se han vivido en Filipinas, algunos templos han transformado su espacio interior resultando una planta libre que en su origen tuvo una solución muy diferente, tal y como sucede en los templos de Binondo, la Basílica menor de Quiapo o Tanauan por citar algunos casos.

La resistencia de los templos junto con el tamaño les confería la capacidad de ser el sitio de resguardo y protección durante el embate de fenómenos naturales o de desastres, pero también de ataques piratas para lo que las torres campanario cobraban una importante trascendencia al servir además de atalayas.

Los templos se erigieron al centro de las poblaciones, colindando con la plaza del pueblo, separándose por medio del atrio, acompañado ocasionalmente de capillas posas situadas en las esquinas del atrio; contiguo al templo se sitúa el convento con la residencia del párroco (figura 4).

No debe de extrañarnos, entonces, que las soluciones de la arquitectura religiosa que habían dado buenos resultados en el continente americano fueran aplicadas con éxito en las nuevas latitudes. Aparecen, entonces, los mismos elementos de los conjuntos conventuales novohispanos, a saber: iglesia de recia presencia, hasta el punto que ha sido considerada equivocadamente, igual que lo fueron las de México en su momento y por aplicación de un mismo concepto historiográfico, con el trasnochado título de «conventos fortalezas». El aspecto de «fortalezas» es válido si se refiere a características de expresión estética, de fuerza, de reciedumbre, nunca si se pretenden comparar con la arquitectura militar, que tam-



Figura 4
El templo de Binondo es un ejemplo de la masividad y horizontalidad característica de la arquitectura religiosa filipina. (Foto de autor).

bién la hubo, tanto en América como en las islas del oriente asiático. Convento, que si bien únicamente en las ciudades importantes aparecen en Filipinas en torno de un patio rectangular o cuadrado y amplio atrio bardado al frente, algunos de ellos hasta con cuatro capillas posas, cada una en una esquina. (Artigas Hernández, 2001 pág. 103).

El esquema europeo de los religiosos se transformó en el nuevo mundo, primeramente se dio la exclaustración para permitir la evangelización de los pueblos, quienes eran ajenos a los conceptos e ideologías cristianas, lo que se complicó con el desconocimiento del idioma, aunado a esas dificultades estaba la inexistencia de recintos sacros, por lo que imperó el esquema a cielo abierto o bien, la realización de estructuras perecederas que resolvieran rápidamente la necesidad de crear un espacio para evangeliza, de manera clara y concisa.

La Corona Española estableció las normas para el desarrollo de las nuevas tierras, sin embargo la convivencia con los pueblos, el entendimiento de la geografía así como de algunas ideologías lo que propició la adaptación creando un sincretismo, en el que predominó la parte española pero de manera inconsciente valores, costumbres e ideas pervivieron, integrándose al nuevo universo cultural (figura 5).



Figura 5
Detalle del retablo del templo de Betis. (Foto de autor).

Los primeros templos al ser de materiales perecederos como madera, bambú y nipa eran susceptibles a incendios, lo que ocurrió con cierta frecuencia obligando a reconstruir, reedificando posteriormente con piedra, no obstante los sismos afectaron muchas estructuras llegando a derrumbarlas, estos hechos provocaron que la arquitectura filipina estuviera en constante transformación, erigiéndose constantemente, buscando mayor rigidez para perdurar más tiempo, por lo que los contrafuertes se volvieron más habituales, incluso apareciendo en sitios injustificados.

El aspecto tradicional de la vivienda se transfiere a las construcciones religiosas en los conventos y casas parroquiales donde se reinterpreta la tradicional vivienda denominada *bahay na bato,* retomando los marcos de madera que proporcionan flexibilidad y estabilidad para los pisos superiores mientras que la parte baja queda con paredes de piedra que dan resistencia reduciendo la capacidad de colapso; la construcción se cierra con una techumbre inclinada que responde a las condiciones climáticas, permitiendo el desalojo pluvial de manera eficiente, anteriormente se colocaban tejados con piezas de barro, sin embargo paulatinamente han sido cambiados por láminas metálicas. El concepto del nivel superior rememora las construcciones chinas y japonesas por su ligera, traslucidez y privacidad.

La arquitectura religiosa de Filipinas erigida durante el periodo español además de responder a las condiciones climáticas y sísmicas, formalmente corresponden a diversos estilos arquitectónicos, reflejo de las influencias en boga, existiendo en consecuencia tipologías renacentistas, góticas, barrocas y eclécticas en la última etapa; a pesar de ello, los diferentes templos ostentan ornamentaciones y elementos que evocan la arquitectura clásica griega y romana, estando presente en columnas, capiteles, frontones, arcos o cúpulas, adaptándose a las necesidades, reinterpretando y generando variaciones locales de las órdenes clásicas.

La arquitectura religiosa filipina responde de manera clara al entorno en el que se localiza debido a la adaptación y aprovechamiento de los materiales además del entendimiento de la región aprovechando las

características del terreno y el emplazamiento; por citar un ejemplo, los templos situados en la zona norte de la isla de Luzón en las regiones de Ilocos asentaron los poblados en las cercanías del mar, para propiciar el comercio pero también para avistar a los navíos de los peligros en altamar para lo que las torres campanario funcionaban también como atalayas, predominando en esta región la piedra caliza y de procedencia coralina. En la misma isla de Luzón pero en la región de Calabarzón por su parte domina la piedra volcánica que denota la gran actividad volcánica de la zona; mientras que la región de Cagayán e Isabela aprovechan el suelo arcilloso creando tabiques con los que se edifican los distintos recintos (figura 6).

La arquitectura religiosa filipina se adapta a las condicionantes climáticas, meteorológicas y sísmicas de la región generando estructuras sólidas y masivas, realizadas con muros de gran espesor, que en ocasiones son reforzados con contrafuertes de magnas dimensiones; además las construcciones son de poca altura tendiendo más a la horizontalidad que a la verticalidad; de modo tal que las edificaciones no sean barreras ante el paso de los tifones o que los elementos altos y esbeltos colapsaran sobre la población. Al respecto es de resaltar que en ese sentido las torres campanario de algunos templos aparecen resueltos de manera exenta al templo, situación que se conjunta con el uso de vigía (figura 7).

Las torres campanario varían en diseño así como en ubicación; en planta, la torre puede ser cuadrada, octogonal, hexagonal y en raros casos circular; en altura suele crecer de tres a cinco niveles; la localización puede ser a cierta distancia de la iglesia, adyacente a la misma o integrada en la fachada; en cuanto al número de torres de igual manera varía, en ocasiones tienen una torre, aunque existen variantes como lo son de dos o tres; en los casos en los que el campanario está adosado al templo regularmente aloja en su planta baja al baptisterio. La espadaña fue utilizada rara vez en las fachadas de las iglesias filipinas.

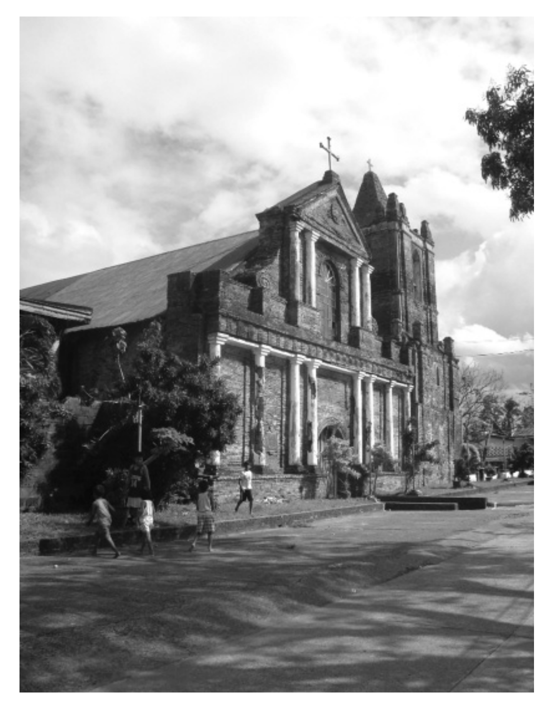


Figura 6
El templo de Lal-lo está resuelto con tabiques aprovechando el suelo arcilloso de la región. (Foto de autor).



Figura 7
El templo de Paoay la solución de masividad se enfatiza con la presencia de grandes contrafuertes. (Foto de autor).

El modelo implantado por los religiosos replicó en gran medida el desarrollado en la Nueva España, en el que se establecía un pueblo como cabecera desde el que se efectuaba la evangelización a diversos pueblos cercanos de menor población fungiendo como pueblos visitas, en consecuencia estos últimos suelen presentar edificaciones de menor importancia, con arquitectura más sencilla, incluso similar al esquema de las capillas abiertas aisladas erigidas en algunos sitios novohispanos, pudiendo completarse el conjunto con atrio, capillas posas o algún otro elemento de arquitectura a cielo abierto; algunas de estas edificaciones con el tiempo se transformaron en templos de mayores dimensiones a medida que la población creció y demandó de un templo con funciones permanentes.

En la mayoría de las edificaciones religiosas las techumbres son inclinadas respondiendo a la necesidad primaria de desalojar el agua recibida en las constantes lluvias de la región, la solución suele variar predominando el empleo de armaduras de madera siendo la de par y nudillo la más recurrida, el exterior se cubre con tejas de barro aunque muchas han sido cambiadas por láminas metálicas; es de resaltar que en algunos casos al interior la cubierta de los templos presentan soluciones de doble techumbre, es decir sobre la nave, el espacio se cierra con una cubierta falsa sea curva o plana suspendida de la misma armadura y ocasionalmente ornamentada con pinturas.

El interior de los templos generalmente es sobrio con mínimas ornamentaciones con un esquema unidireccional conduciendo las miradas hacia el presbiterio, sitio donde se localiza el altar y tras de este es común la presencia de retablos muchos de ellos de estilo barroco con elementos de oro y plata que destacan por el brillo, pero que además denotan la relevancia comercial y el vínculo con la Nueva España, toda vez que la plata era enviada desde México hacia Asia para realizar transacciones.

Las islas Filipinas a pesar de ser un emplazamiento expuesto a diversos ataques son pocos los sitios resueltos a modo de fortalezas contenidos entre murallas que guarezcan al interior a la población y templos (figura 8).



Figura 8
La Catedral de Tuguegarao presenta una solución de cubierta doble, siendo la interior curva suspendida de la estructura

Lista de Referencias

Artigas Hernández, J. B. 1992. *Capillas abiertas aisladas de México*. Facultad de Arquitectura, UNAM, México.

Artigas Hernández, J. B. 2001. *Arquitectura a cielo abierto en Iberoamérica como un invariante continental. México, Guatemala, Colombia, Bolivia, Brasil y Filipinas*. Edición de autor, México.

Coseteng, A. M. L. 1972. *Spanish churches in the Philippines*. UNESCO. Quezón City, Filipinas.

De Morga, A. 2007. *Sucesos de las Islas Filipinas*. Fondo de Cultura Económica, México.

Díaz Trechuelo López Spinola, M.L. 1959. *Arquitectura española en Filipinas 1565-1800*. Sevilla, España.

Figueroa Viruega, E. A. 2016. «Islas Filipinas. La arquitectura religiosa y su relación con la de la Nueva España.» Tesis doctoral. UNAM, México.

Galende, P. G. 1996. *Angels in Stone. Augustinian churches in the Philippines*. San Agustín Museum, Hong Kong.

Bautista Antonelli y su legado en el Caribe Fortificado

Milagros Flores Román

El tema de la arquitectura defensiva europea se introduce en América a partir del evento de su descubrimiento y subsecuente conquista y colonización de nuevo vasto territorio.

España a medida que extendía y afianzaba su presencia en el Nuevo Mundo a su vez se vio en la necesidad de asegurar la defensa y retención de sus nuevas posesiones ante sus rivales europeos; Inglaterra, Francia, Holanda. Para ello se dio a la tarea de fortificar aquellos puertos estratégicos con el propósito de brindar protección a sus flotas que venían cargadas con riquezas procedentes de los territorios americanos y con ello evitar que cayeran bajo el dominio del enemigo lo cual significaría la interrupción del tráfico marítimo de España con América, el paro de sus empresas en el continente europeo y como consecuencia el colapso comercial de la metrópoli española (Marrero-Núñez 1954, 54–59). Convirtiéndose así las Fortificaciones del Caribe en aliados esenciales para la defensa y Gobierno de los territorios españoles en el Caribe.

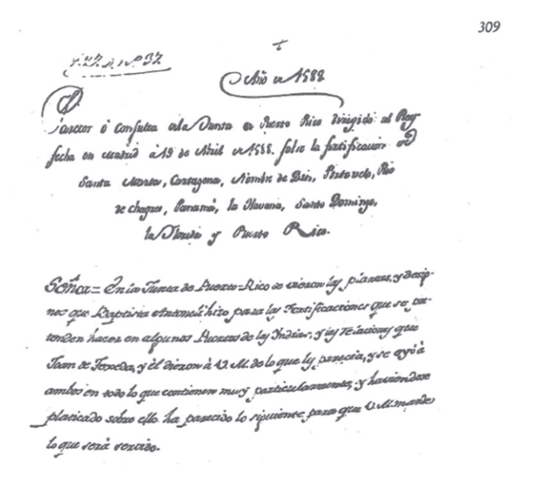
Como medida de protección a sus territorios en el Nuevo Mundo, el rey Felipe II respondió a estas amenazas mediante el envío de dos expertos a las Antillas españolas para planificar las defensas necesarias para preservar el estado en el extranjero.

Esos dos expertos nombrados por el Consejo de Indias por orden del Rey Felipe II para diseñar el Plan para la Defensa del Caribe lo fueron: el ingeniero italiano Bautista Antonelli, y el mariscal de campo Juan de Tejada. Siendo Bautista Antonelli el tema principal de esta presentación.

Antonelli y Tejada partieron desde el puerto de Sanlúcar de Barrameda, en Cádiz y llegando al Caribe en 1586. Inspeccionaron todos los puertos importantes de las Antillas y costa del Mar Caribe. En documento fechado el 19 de abril de 1588 por la Junta de Puerto Rico y dirigido al Rey sobre la fortificación de Santa Marta, Cartagena, Nombre de Dios, Portobello, Rio de Chagres, Panamá, La Habana, Santo Domingo, La Florida y Puerto Rico, indica: Señor; en la Junta de Puerto Rico se vieron las plantas y diseños que Bautista Antonelli hizo para las fortificaciones que se pretenden hacer en algunos puertos de las Indias, y las relaciones que Juan de Tejeda y el dieron a V.M. de lo que les parecía y se oyó a ambos en todo lo que contienen muy particularmente, y habiéndose platicado sobre ello ha parecido lo siguiente para que V.M. mande lo que será servido. El plan quedo autorizado para su ejecución por Felipe II en noviembre de 1588 al considerarlo indispensable para la defensa y el gobierno de los territorios de España a través del Atlántico (figura 1).

En términos generales de Bautista Antonelli sabemos que nace en 1547 y fallece en 1616. Natural de Rímini de la provincia de la Romania, Italia. Falleció en Madrid, España. Ingeniero Militar al servicio de los Reyes de España; Felipe II y III. Designado para fortificar el Caribe.

Fue el menor de cinco hermanos y cuando nació, su hermano mayor, Juan Bautista Antonelli (1528–1588, también ingeniero militar) tenía ya sus veinte años. Fue el único de los cinco; un hermano, tres her-


309

Año de 1588

Parecer i consulta de la Junta de Puerto Rico dirigido al Rey fecha en Madrid à 19 de Abril de 1588. sobre la fortificacion de Santa Marta, Cartagena, Nombre de Dios, Portovelo, Rio de chagre, Panamá, la Havana, Santo Domingo, la Florida y Puerto Rico.

Señor = En la Junta de Puerto-Rico se vieron las plantas, y diseños que Baptista Antoneli hizo para las fortificaciones que se entienden hacer en algunos Puertos de las Indias: y las relaciones que Juan de Texeda, y él dieron à V. M. de lo que les parecia, y se oyó à ambos en todo lo que contienen muy particularmente; y haviendose platicado sobre ello ha parecido lo siguiente, para que V. M. mande lo que será servido.

Figura 1
Informe fechado el 19 de abril de 1588 por la Junta de Puerto Rico. Colección Navarrete, Museo Naval de Madrid

manas y el en viajar a América. Las tres hermanas siempre se quedaron en Italia y el hermano mayor, Juan Bautista, tampoco cruzo el Atlántico, pues estaba dedicado a los proyectos de navegación fluvial de los ríos de España.

Entre 1559–1569: Su hermano mayor, Juan Bautista Antonelli, le manda a buscar a España. Es allí donde, siendo muy joven, se forma y trabaja al lado de Vespasiano Gonzaga Colonna (Duque de Sabbioneta y Virrey de Valencia). Durante aproximadamente 10 años, fue aprendiz, testigo y participe de las obras y proyectos que realizara su hermano Juan Bautista Antonelli y Vespasiano Gonzaga. Ambos autores de fortificaciones a lo largo de la costa levantina en Valencia, Cartagena de Levante, Peñíscola, Alicante, Mazalquivir y Oran, en la costa africana.

Entre 1581–1582: Antonelli entra en contacto con el Nuevo Mundo hecho que marcara su vida en adelante cuando El Rey Felipe II le encomienda fortificar el estrecho de Magallanes. Hizo su primer viaje a América con destino Magallanes. Saliendo de Cádiz el 9 de diciembre de 1581 como ingeniero en la Flota del Almirante Álvaro Flores de Valdés. Llegaron al Rio de Janeiro en Brasil permaneciendo allí por nueve meses. Luego, cuando la expedición estaba preparada para continuar el viaje sucede el naufragio de *La Concepción*, el 7 de enero de 1583, era la nave en la que viajaba Antonelli. Todos los equipos de construcción se perdieron. A lo cual, dando por vencido el viaje, Antonelli regresa a España. Este fracaso de la misión le costó un juicio al Almirante Álvaro Flores de Valdés y compañía por la poca gana de proseguir el viaje y de la negativa del almirante de intentar el rescate de los equipos hundidos.

Protagonizan la historiografía existente sobre Bautista Antonelli estudios realizados por respetados historiadores entre ellos resulta imprescindible hacer mención de Eugenio Llaguno y Amirola; *Noticias de los Arquitectos y Arquitectura de España desde su restauración* (Llaguno y Amirola.1829), Diego Angulo Iñiguez; *Bautista Antonelli, las fortificaciones americanas del siglo XVI* (Angulo. 1942), y de Graziano Gasparini *Los Antonelli; Arquitectos Militares Italianos al Servicio dela Corona Española en España, África y América* (Gasparini. 2007). Han sido estas fuentes las que han proporcionado datos importantes que nos permiten identificar la trayectoria de Bautista Antonelli en su rol como Ingeniero Militar por el Caribe, sus múltiples viajes, y pormenores de las Fortificaciones por las diseñadas.

Sin embargo, investigaciones recientes sugieren otras fuentes primarias como fuentes que aportan con nuevos datos complementan o aclaran la información ya conocida.

Uno de esos documentos es el Testamento de Bautista Antonelli. Se trata de un documento firmado en Madrid, con fecha del 18 de febrero de 1616, se encuentra localizado en el Archivo de Protocolos de Madrid (figura 2).

Comienza este documento identificando el lugar de origen de Bautista Antonelli. Aspecto de la vida de Bautista Antonelli que ha sido tal vez uno de los temas más discutidos y en el cual las fuentes historiográficas han estado en desacuerdo. El testamento lee: «Bautista Antonelli ingeniero militar de su majestad natural de Rímini en la provincia de Romania…». Esta aclaración es importante ya que pone fin a antiguos debates en cuanto a su país de origen al confundirse la Provincia de La Romania en el norte de Italia frente al mar adriático y con el País Europeo también colindante con el mar adriático.

Rímini, en la provincia de la Romania es una ciudad que queda justo a 15.41 km = 9.58 millas de Gateo, en la provincia de Forlì-Cesena que es la otra ciudad a la cual se le asocia como lugar de nacimiento.

Lo cierto es que resulta curioso que, en su Testamento, Bautista Antonelli les da un trato diferente a

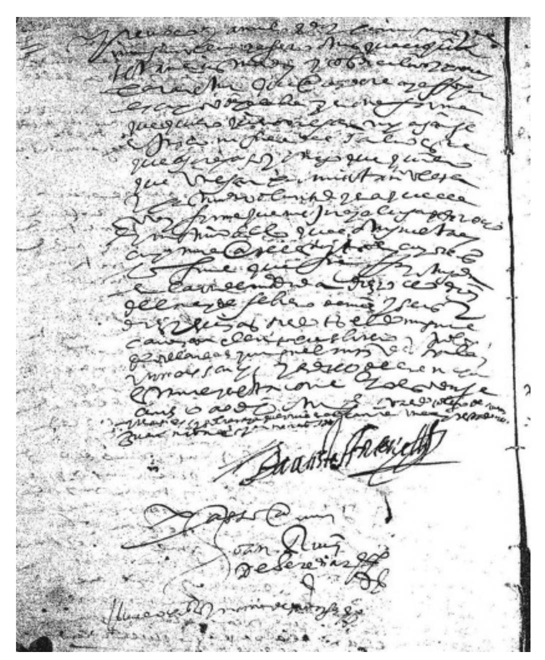


Figura 2
Testamento de Bautista Antonelli. Archivo de Protocolos de Madrid

estas dos localidades. Comienza claramente indicando su lugar de procedencia como Rímini en la provincia de la Romania. Mas adelante en su testamento deja instrucciones detalladas a sus beneficiarios en la Villa de Gatteo.

Curioso resulta el que este documento, no aparece como referencia ni en la obra de Llaguno y Amirola, Angulo Iñiguez ni la obra de Gasparini. Llaguno y Amirola, al final de la página 66 de su obra en una nota alcance añade: «He averiguado después de escrito esto, por la partida de entierro, que falleció el capitán Baptista Antonelli en Madrid el día 22 de febrero del año de 1616 en la calle de la Espada, parroquia de S. Justo: que otorgo su testamento ante el escribano Juan Ruiz de Heredia: que mando enterrarse en los Carmelitas Descalzos, y decir quinientas cincuenta misas por su alma; y que fue su albacea el célebre Antonio de Herrera, coronista de S.M., que vivía tres casas antes del convento de la Victoria, frente al Buen suceso».

Mientras que Gasparini indica: «el cronista Mayor de Indias» Antonio de Herrera se encargó del testamento y muchos de los documentos inherentes al mismo fueron redactados en italiano, idioma que Herrera dominaba muy bien por haber transcurrido varios años en Italia. En su calidad de ejecutor testamentario tuvo que enfrentar la solicitud de invalidar el testamento introducido ante los Tribunales de Madrid por su hijo y único heredero, Juan Bautista Antonelli, quien protesto y se opuso a las donaciones hechas por su padre. Puesto que en el litigio estaba involucrado el Monte Frumentario Antonelli, es fácil entender porque varios de estos documentos se encuentran en el Archivo Comunal de Gateo.

A continuación, voy comentando aquellos aspectos señalados en el testamento que en mi opinión aportan a un mejor entendimiento sobre la vida, obra y persona de Bautista Antonelli.

- El Testamento de Antonelli fue redactado en español y en Madrid. Tiene fecha del 18 de febrero de 1616, por lo que la fecha que indica Llaguno y Amirola del 22 de febrero resulta más acertada que la del 11 de febrero que proporciona Gasparini.
- Que los documentos que se encuentran en el Archivo Comunal de Gateo, son traducciones en lengua italiana ordenas a hacer por el propio Bautista Antonelli en su interés de se cumplieran al pie de la letra su deseos testamentarios, y cito: « y ten mando que lo de las clausulas tocantes a la villa de gate se enbien de aquí traducidas en lengua italiana para que los dhsos masaros y concejo las guarden en la caja arriba referida para instrucción de lo que han de hacer y que allí las tengan para uso de escribano…».
- Coincido en Gasparini en que Baustista Antonelli a pesar de la distancia nunca se olvido de su tierra natal y que prueba de ello es su generosidad para con la Villa de Gatteo a la cual deja numerosas donaciones entre ellos es establecimiento del Monte Frumentario Antonelli que consistía de un deposito perpetuo de Trigo dedicado a los pobres de la Villa de Gateo con el propósito de que siempre estuvieran provistos los pobres de trigo pudiesen contar raciones de trigo, sobre todo con ellos socorrer las viudas y huérfanas pobres.
- Pero la generosidad de Bautista Antonelli, va acompañada de estrictas instrucciones y condiciones con el propósito de asegurar el funcionamiento perpetuo del Monte Frumentario Antonelli: que se-

dan y entreguen a los masaros y concejo de la Villa de Gateo y que es su voluntad que estos bienes sean administrados por los masaros y concejo perpetuamente sin que el Senor Marques de Montebello (quien era el Señor o propietario de la Villa de Gateo), ni el Obispo de Rímini que es su diócesis ni el ordinario ni otra persona alguna es entremetan porque tanto desde ágora los excluyo y dejo libre la dicha administración a los dichos mazaros y concejo.

– Que ordena «se gasten ciento veinticinco ducados en hacer un granero donde se deposite y conserve el trigo con buenas puertas y llaves y que sea en la plaza pública de S. Lorenzo para que sea visto pues es obra pía y que enzima de la puerta se ponga un escudo de mármol y en el mis armas y debajo de las dichas armas un letrero también en mármol que diga en lengua italiana ansi este deposito de trigo para pobres mando hazer el capitán bapta Antonelli ingeniero militar de los serenísimos Reyes de España don Phelipe segundo y tercero y que tenga una caja con tres llaves...»
– Que si bien es fue escaso el tiempo que Bautista Antonelli interactuó con su hijo Juan Bautista Antonelli, pero que si lo incluyo en su testamento contrario a lo que se ha publicado; Ordeno Bautista Antonelli se tomaran mil quinientos ducados y con ello se funde una capellanía…y que sea patrones perpetuos de esta capellanía y memoria Juan Bautista Antonelli mi hijo natural y sus hijos y descendientes que al presente esta en las Indias en la ciudad de Cartagena de tierra firme en servicio de su majestad y si el dicho Juan Bautista no tuviere hijos su patrón el hijo de Xtobal antonli mi sobrino o sus hijos y ansi mismo sean patrones perpetuos los señores Antonio de Herrera cronista mayor de las Yndias de su magestad y su cronista de Castilla y doña Maria de Torres su mujer…

Mas adelante indica también: «y es mi voluntad que cumplido todo lo contenido en este mi testamento lo que quedare se ponga en renta y que sea un vinculo y mayorazgo y declaro por mi legitimo heredero y subcessor del a Juan Bautista Antonelli mi hijo natural que por tal le nombro y declaro para que él y sus hijos legítimos y sucesores gocen del usufructo y renta dello y de la renta que procediera de todos mis bienes y lo que en cualquier tiempo se adquiere y cobrare lo cual todo empleen en renta mis testamentarios y después de los días del dcho Juan Bautista Antonelli mi hijo suceda el hijo o hija mayor, prefiriendo el hijo mayor al menor, el barón a la hembra y así sucesivamente continua el orden de sucesión hasta que al faltando barón que suceda a hembra le sucederá el que tenga sobrenombre y apellido de Antonelli. Y en caso de que falte sucesión Antonelli el vínculo y renta pasara a disposición de Antonio de Herrera y su esposa Dona María de Torres como sucesores y patronos perpetuos de la dicha memoria y obras pías y capellanía».

Los lazos afectivos que mantenía hacia su hijo también se manifiestan cuando en su testamento Bautista Antonelli presenta una súplica al Rey: «suplico a su majestad pagamento al dicho Juan Bautista Antonelli mi hijo que al presente está en su real servicio en las Yndias que yo le pongo en mi lugar y diestro para que represente los dichos mis servicios y suyos y suplique a su majestad le paguemos para que con mayor decencia pueda continuar y continúe el acudir y ocuparse en su real servicio al mando que mis testamentarios le den los libros y trazos e instrumentos de mi profesión y papeles que tengo de los dichos servicios. Y declaro por mi legítimo heredero y sucesor de el Juan Bautista Antonelli mi hijo natural…».

Resulta interesante y de apoyo en entender por qué la peculiaridad de repetidos nombres Juan Bautista y Bautista. Establece el testamento de Bautista Antonelli como una de las condiciones para que los hijos legítimos y sucesores pudieran gozar del usufructo y renta de todos sus bienes había que mantener el vínculo de descendencia de padre a hijo o hija mayor, prefiriendo varón a hembra. En caso de que un hijo no deje descendía se resolvía por el vínculo de sobrenombre y apellido Antonelli. Y en caso de lo que faltara sucesión de apellido Antonelli recaería en manos de sus albaceas Antonio Herrera y Tordesillas y su mujer María de Torres.

– Que con esto también aclarado que la María de Torres no era la esposa de Bautista Antonelli ni tampoco la madre de su hijo Juan Bautista Antonelli, sino la mujer de Antonio de Herrera y Tordesillas, Cronista de Indias y su albacea y gran amigo.

De su hijo Juan Bautista Antonelli, sabemos que nace en el 1585, nace en España (Gasparini 2007, 103). Y que, al momento de redactarse el Testamento de su padre, Juan Bautista Antonelli se encontraba en Cartagena de Indias trabajando en las

Fornicaciones por encargo del rey al igual que su padre.

– Un aspecto poco conocido en la vida de Bautista Antonelli es su profunda religiosidad. En su testamento desde el comienzo, deja claro su carácter de hombre de profundas creencias religiosas, fervoroso, un gran devoto mariano.

Comienza su testamento con una versión adaptada del Credo: «Y en mi juicio y entendimiento natural creyendo como firmemente creo en el misterio de la santísima trinidad padre hijo y espíritu santo tres personas y un solo dios verdadero y en todo aquello que tiene cree y confiesa la sancta madre iglesia católica Romana en cuya fe y creencia protectora vive y ansi tomare por intercesora y abogada a la sacratísima virgen María madre con toda la corte celestial y mis abogados los bienaventurados Santo Joseph, San Joaquín, Santa Ana, Santa Leocadia, Santiago, San Juan Bautista, San Francisco, San Nicolás de Tolentino que sean intercesores con nro. sr Jesuxpto para que me perdone mis pecados y confío y ordeno mi Testamento en la forma y manera siguiente…» Acto seguido su primer deseo expresado en su testamento es que: «mi cuerpo sea sepultado en el monasterio de San Hermenegildo de las Descalzas Carmelitas de la Villa de Madrid. Y que sea: En lugar decente, lo más cercano al altar mayor que pudiere ser y que se ponga encima de ella una piedra con un letrero que diga aquí está sepultado el capitán Baptista Antonelli ingeniero militar del Rey nuestro señor y debajo del letrero mis armas…» y se compre un paño para cubrir su sepultura.

Y no conforme con estas especificaciones ordena, además: «que el día de mi entierro o al día siguiente se diga misa de réquiem cantada con diáconos y me entierren con el habito del Carmen y se digan cincuenta misas rezadas en altares privilegiados en el dicho monasterio. Y también mando que me digan otras quinientas misas rezadas en las partes y lugares que pareciere a mis albaceas, y que sean en altares privilegiados…».

Ordena además tres misas rezadas casa semana y tres misas cantadas cada ano.

Se añade a la lista que se digan perpetuamente para siempre jamás tres misas pagadas y cada semana una el lunes por su ánima y una el miércoles por las animas de sus padres y bienhechores y ánimas del purgatorio y otra el sábado a Ntra. Sra. que ella sea mi intercesora con su hijo precioso me lleva a su santa gloria.

Más adelante declara que entre devociones marianas sus predilectas son la Virgen del Perpetuo Socorro de los Navegantes y la Virgen de la Inmaculada.

Por medio de la forma de distribución de sus bienes Bautista nos deja ver su lado de gran generosidad y consciencia de dar limosna.

100 escudos para que se le digan 50 misas rezadas, 25 escudos que debe a un ingeniero de la isla de Chipe de nombre Antón Co, 4 ducados para ayudar a canonización de San Isidro en Madrid, 100 reales a Doña Isabel de Mendoza por la buena compañía le ha hecho en su enfermedad, 25 ducados a criado Alonso Morezon, 25 ducados a criado Andrés Marín, 625 ducados para Almacén de Trigo Villa de Gateo, 100 ducados para comprar inversión compra de renta o en tierras, 400 ducados a la hija de su sobrino Cristóbal Antonelli, 30 ducados a las Monjas para ayudar hacer ornamento de terciopelo carmesí para las Fiestas de San Lorenzo. 1,500 ducados para fundar Capellanía. Ordena que santos patrones perpetuos desta capellanía y memoria su hija natural Juan Bautista Antonelli, sus hijos y descendientes de sus hijos, y se digan perpetuamente para siempre jamás tres misas pagadas y cada semana una el lunes por su anima y una el miércoles por las animas de sus padres y bienhechores y ánimas del purgatorio y otra el sábado a Ntra. Sra. que ella sea mi intercesora con su hijo precioso me lleva a su santa gloria. 150 ducados para letreo sobre su sepultura, 25 ducados comprar paño para cubrir su sepultura

25 ducados como limosna al retablo del Bienaventurado San diego.

– Destaca también en este documento el carácter de Bautista Antonelli, su rigurosidad en mantener y llevar sus cuentas tanto de acreedores como de sus deudores; gastos sino también de sus acreedores. Declara que no me acuerdo deber nada a nadie excepto al Antón Col ingeniero que reside en la Isla de Chipre y a quien se le debe veinticinco escudos que le presto. En cuanto a sus deudores indica:

«débeme el Sr. De Ferrera quinientos reales mando que se cobren».

«débeme Andrés Deyrus doscientos ducados».

> «me debe mil ducados de la industria y trabajo que puse en traer el agua de la Chorrera a la Habana las cuales me prometió el maese de campo Juan de Tejeda…».

Un aspecto que considero merece mayor atención es sobre el legado de los Antonelli al Caribe Fortificado que a pesar de que hoy son varios las Fortificaciones que formaron parte de su Primer Plan defensivo del Caribe se encuentran en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Este grupo lo conforman las fortificaciones de San Juan de Puerto Rico (vi), junto con las de La Habana (iv)(v), Cartagena de Indias(iv)(vi), y Portobello-San Lorenzo en Panamá (i)(iv). Mientras que sobre el Castillo de San Marcos, por desconocimiento del documento citado en este ensayo no es hasta ahora que recién surge el interés en proponerse a la lista tentativa de los Estados Unidos. Resulta interesante que dentro de este grupo de Fortificaciones ninguna se encuentra inscrita bajo el Criterios de valor universal excepcional bajo el criterio (i) como producto del Primer Plan Defensivo del Caribe por Bautista Antonelli y como producto del Legado de Los Antonelli en América.

Si bien es cierto, que las plantas y diseños Bautista Antonelli estuvieron bajo el escrutinio tanto de la Junta de Puerto Rico, la Junta de Guerra, del Ingeniero Tiburcio Spanoqui[1], y del Rey Felipe II, ello valida que los mismos fueron de su ingenio y creatividad.

Considero que todavía nos queda mucho por aprender sobre el Legado de los Antonelli dentro del campo de la arquitectura militar tanto en América, así como en España y África. Creo necesario continuar con los esfuerzos investigativos se vienen realizando que nos lleven a identificar la documentación necesaria para poder sostener con las enmiendas necesarias para que este legado quedo debidamente reconocido en su totalidad tanto como obra maestra desde su punto de vista arquitectónico y también como Legado Universal de los Antonelli y el Caribe Fortificado. Esfuerzos que a su vez servirían para proporcionar los datos necesarios para lograr un mayor entendimiento del significado de este legado y con ella una más efectiva preservación, conservación, protección e interpretación del Patrimonio de los Antonelli en el Caribe Fortificado.

Notas Finales

1. Tiburzio Spannocchi, ingeniero italiano de la ciudad de Siena. Siendo su origen de una familia noble toscana. Nación en Siena en 1541 y murió en Madrid en 1609. Sirvió a los estados papales en la flota comandada por Marcantonio Colonna. En 1575 fue enviado a Sicilia como virrey. Spannocchi entró al servicio del Rey de España alrededor de 1580 en donde estuvo a cargo del proyecto para controlar el Estrecho de Magallanes. Se destacó como Ingeniero jefe a Felipe III de España.

Lista de referencias

Angulo Iñiguez. 1942. B*autista Antonelli, las fortificaciones americanas del siglo XVI*. Madrid: Hauser y Menet.

Archivo de Protocolos de Madrid. *Testamento Bautista Antonelli*, 18 de febrero de 1616.

Flores Román, Milagros, Lugo Amador Luis y Cruz Arrigoitia José. *San Juan; Ciudad de Castillos y Soldados*. San Juan, Puerto Rico. Ediciones Puerto, 2009.

Gasparini. 2007. *Los Antonelli; Arquitectos Militares Italianos al Servicio de la Corona Española en España, África y América*. Venezuela: Editorial Arte. 103.

Llaguno y Amirola. 1829. *Noticias de los Arquitectos y Arquitectura de España desde su restauración. Madrid:* Cean-Bermudez. 1829.

Marrero-Núñez. 1957. *Breve Asedio a los Fuertes de San Juan de Puerto Rico*. Castillos de España. Madrid: Hauser y Menet. 54–59.

Museo Naval Madrid. Colección de Documentos y Manuscritos compilados por Fernández de Navarrete. Tomo 27. *Parecer o Consulta de la Junta de Puerto Rico dirigido al Rey fecha en Madrid 19 de abril de 1588 sobre las fortificaciones de Santa Marta, Cartagena, Nombre de Dios, Portobello, Rio de Chagres, Panamá, la Habana, Santo Domingo, La Florida y Puerto Rico*.

Impacto y origen de la arquitectura prefabricada de madera en República Dominicana (Siglo XIX-XX)

Virginia Flores Sasso

El Caribe de hoy, a pesar de sus múltiples diferencias como el idioma y sus orígenes coloniales, comparte una zona geográfica y climática, un contexto cultural complejo en el cual las diferencias son tan importantes como las similitudes que forman parte de la identidad regional, entre ellas, su arquitectura, producto de una serie de eventos que se dieron en el siglo XIX y de una penetración de influencias europeas y americanas, en especial, de los Estados Unidos de América (EE.UU.), que luego de su independencia comenzó a ejercer presión económica y política en la región y a querer expandir sus fronteras, mediante la adquisición de nuevos territorios.

A este escenario se suman los procesos independentistas y la reorganización como nuevas naciones que sufrieron algunas de las islas caribeñas, en un panorama mundial lleno de innovaciones, un gran movimiento económico a consecuencia de la industrialización y un enorme intercambio de mercancías que conformó una red trasatlántica interconectada de naciones y territorios europeos y americanos, dejando huellas permanentes en toda la región.

Además, el movimiento poblacional entre las islas caribeñas iniciado en el siglo XVIII, producto de la declaración de algunos puertos del Caribe insular como puerto libre de impuestos, provocó que un gran número de comerciantes se instalaran en las principales islas del Caribe o abrieran sucursales o agencias, incrementando con ello la economía de la región.

A partir de estos eventos se dinamizó la construcción y surgió una arquitectura llena de color, movimiento y contraste que hoy caracteriza la región del Gran Caribe. Sin embargo, esta arquitectura está desapareciendo por el poco cuidado y mantenimiento que se le da, pero sobre todo al desconocimiento y poca valorización de la misma, producto de falsos mitos y creencias, sin base científica. Por tal motivo el objetivo principal de esta investigación es determinar el impacto y origen de la arquitectura prefabricada de madera en República Dominicana en los siglos XIX-XX.

Para esto se realizó una búsqueda histórica en los principales archivos del país, se revisaron protocolos notariales, fondos de prensa, registros oficiales, documentos cartográficos, hemerográficos, fotográficos, planimétricos, bibliográficos e institucionales. Además se localizaron catálogos antiguos de casas prefabricadas y elementos decorativos y se realizaron análisis *in situ* y en laboratorios para determinar tipo de madera utilizada en la construcción.

Contexto Histórico

La inestabilidad política, los problemas económicos y los conflictos en Europa se reflejaron en el Caribe, convirtiendo la región en un espacio propicio para continuar con el comercio ilícito y saqueos de embarcaciones, que venía desde siglos anteriores. Sin embargo, este escenario no favoreció a la nueva nación norteamericana ni a sus intereses comerciales y determinaron buscar la forma de suprimir las activi-

dades de los corsarios, colocando destacamentos en puntos estratégicos en el Caribe, siendo uno de ellos Cap-François [hoy Cabo Haitiano], al noroeste de la isla de Santo Domingo (Tucker 1937).

La isla estaba en manos de Francia y dirigida por François Dominique Toussaint L'Ouverture, quien deseaba independizarse de Francia para lo cual buscó apoyo militar y comercial de los EE. UU. y el Reino Unido (Callan 1977, 12). A cambio acordó que todos los productos manufacturados de importación debían provenir de los dominios británicos y estadunidenses (Callan 1977, 61). Además, dispuso abrir todos los puertos de la isla al comercio internacional reduciendo los derechos de exportación e importación del 20% al 6% (Bryan 2016).

En 1804, la colonia de *Saint-Domingue* declaró su independencia de Francia convirtiéndose en la República de Haití. Esto trajo inestabilidad política-económica en toda la isla ya que la parte Este de la isla de Santo Domingo quedó en manos francesa. Poco después, en 1822, el ejército haitiano encabezado por Jean Pierre Boyer invadió la parte Este, tomando los territorios ocupados por los franceses. Además, Boyer reanudó las relaciones comerciales con los EE. UU. y la isla completa pasó a ser uno de sus mayores clientes, tanto en compra como en ventas, solo superado por Inglaterra y sus colonias americanas, y Cuba (Callan 1977).

Sin embargo, las dos colonias nunca se acoplaron y las diferencias eran cada vez mayores. Por tal motivo, en 1844, la ex colonia española de Santo Domingo se independizó de Haití, convirtiéndose en la República Dominicana.

Casas Prefabricadas y ventas por catálogo

Entre el siglo XVIII y XIX, surgen nuevos materiales y máquinas que producen elementos industrializados como tablas de distintas formas y tamaños, puertas y ventanas con sus marcos, clavos industrializados, bisagras, manubrios y pestillos entre otros. Además, se desarrollan nuevos sistemas constructivos basados en la industrialización, desplazando un poco el trabajo manual, prefabricando o pre-cortando piezas en las industrias para luego ensamblarlas en obra.

Por mucho tiempo se utilizaron dos tipos de materiales para las estructuras y cerramientos del sistema de ensamblado por piezas: la madera unida por clavos de forja, luego industrializados, y el hierro, en especial el corrugado o liso en plancha, pintado o galvanizado, que se utilizaba como cerramiento y/o cubierta, inventado en Inglaterra en 1829 por el ingeniero inglés Henry Robinson Palmer (Mornement & Holloway 2007).

En Europa, los británicos son los que más contribuyen al desarrollo y propagación del sistema de ensamblado por piezas, creando las *portable houses* o *sectional houses* que se comenzaron a exportar a principios del siglo XIX. Uno de los pioneros en este tipo de construcción fue el carpintero inglés Henry Manning, quien en 1837 diseño y fabricó la *Manning cottage*; una casa que se armaba por componentes o piezas en secciones y se podía ensamblar con un mínimo de corte y ajuste, utilizando pocas herramientas y con la ventaja de que se podía enviar a cualquier lugar. Muchas de estas primeras edificaciones se enviaron por barco a los emigrantes ingleses en Australia (Herbert 1980), para formar los primeros asentamientos.

En América son los norteamericanos que popularizan la construcción industrializada, desarrollando un nuevo sistema constructivo conocido como *balloon frame*, el cual tomó fuerza hacia 1832 con propuestas del carpintero George Washington Snow y en 1833 con las de Augustine Taylor, ambas en Chicago (Miller 1996, 84). Este sistema sustituye las tradicionales vigas y columnas o *post-and-beam* por una estructura de madera compuesta por pies de amigos de sección 2 × 4 pulgadas (50,8 × 101,6 mm) y 2" × 6" (50,8 × 152,4 mm); vigas de 2" × 8" (50,8 × 203,2 mm) y umbrales de 8" × 8" (203,2 × 203,2 mm) y esquinales de 4" × 6" (101,6 × 152,4 mm). Los pies de amigos estaban separados por una distancia modular, entre 12" (304,8 mm) y 16" (406,4 mm) (Gay 1931). Todas las piezas se unían entre sí con clavos formando un robusto y ligero esqueleto. (Indiana DNR, s/f)).

En el sistema *balloon frame* la cubierta es de dos aguas, pero elimina la tablazón que amarraba la estructura de la cubierta a todo lo largo y lo sustituye por una armadura de par y nudillo (un nudillo y tirante) que luego varió a armaduras de cerchas (con arriostres diagonales). Las aberturas (puertas y ventanas) eran múltiplos del módulo fundamental. Las tablas del piso se colocaban en diagonal para rigidizar la estructura y el cerramiento se lograba a base de un entramado de tablas machihembradas que forraba la

estructura en el exterior y algunas veces en el interior. Los listones eran más manejables, fáciles de transportar y ensamblar lo que hizo su rápida aceptación entre carpinteros y propietarios, pues no se requería de ser experto para realizar la edificación. Todas estas ventajas popularizaron el sistema, extendiéndose por todo Norteamérica y en todos los países donde tenían relaciones comerciales.

Al evolucionar este sistema surgió el *platform frame*, cuya diferencia fundamental consiste en levantar la estructura planta por planta, de tal manera que el entramado interrumpe la continuidad de los pilares entre la primera y la segunda planta (Gómez et ad 2003) e incorpora las cubiertas de armadura de cerchas, la de par y nudillos y la de 4 aguas con lucernario. El motivo de este cambio se debió fundamentalmente a la dificultad creciente de encontrar piezas de madera de suficiente longitud para abarcar la primera y segunda planta (o incluso tercera) con una sola pieza.

El *platform frame* se popularizó sobre todo en zonas remotas o lejanas donde no existían maquinarias para fabricar piezas, la mano de obra calificada era escasa y en un momento histórico donde no había instituciones académicas suficientes para formar técnicos o profesionales de la construcción. Además, podía evolucionar y responder a casi todas las necesidades de los usuarios, incluyendo a una variedad de usos. Pero sobre todo era muy manejable, fácil de transportar y ensamblar, se adaptaba a todos los climas, su construcción era rápida y no requería de un experto constructor para realizarla (Bock 2006).

Estas facilidades e innovaciones llegaron acompañadas de una serie de tratados, manuales, patrones y catálogos creados por paisajistas, arquitectos, ingenieros y carpinteros, que contenían modelos de edificaciones de todo tipo (casas, colegios, iglesias, etc.). Estas guías prácticas para constructores y carpinteros, a pesar de ser descendientes de una larga historia de manuales publicados desde siglos anteriores, fueron recursos importantes para divulgar las nuevas técnicas y detalles constructivos (Reiff 2000), la mayoría de estilo Neo-clásico, llamado *Roman Classical Revival* y *Greek Revival* (Dixon y Muthesius 2008).

En la primera mitad del siglo XIX las relaciones comerciales entre EE.UU. y el Caribe eran muy importantes. El comercio principal se realizaba a través de los puertos de Nueva York, Boston y Baltimore, y luego se habilitó Nueva Orleans. El negocio de la madera con el Caribe era el siguiente: los norteamericanos importaban maderas tropicales como caoba, roble, cedro y guayacán entre otras, y las islas del Caribe le compraban madera de pino procesada en forma de listones y tablas, así como clavos de forja para su colocación (Callan 1977). Esto favoreció la divulgación de los nuevos sistemas constructivos.

Otro factor que influyó fue la «fiebre del oro de California», un fenómeno social que surgió a partir de 1848, producto del hallazgo de este metal en esos territorios. Este evento provocó una gran inmigración hacia el oeste, aumento de población y economía, y creación de nuevos pueblos (Reiff 2000). Se necesitó construir miles de viviendas para albergar a toda esa nueva población, para lo cual se utilizó las casas prefabricadas. Sin embargo, faltaba mano de obra cualificada, las distancias eran muy grandes y había pocos institutos educativos. Entonces, comenzaron a hacer programas por correspondencia apoyados en material impreso y florecieron diferentes centros de estudios por correspondencia (García 1999).

Se crearon manuales para formar a carpinteros, artesanos y arquitectos. Por ejemplo, de 1902 a 1926 el arquitecto William C. Radford y su compañía realizaron una serie de libros, catálogos, planos y especificaciones de diversas edificaciones que ayudaron a carpinteros y constructores de la época (Radford 1911). Algunos de estos manuales tenían como eslogan: *do-it-yourself carpenters, build-it-yourself, one man can do it,* entre otros (figura 1).

Asimismo, este auge constructivo fue aprovechado por empresas constructoras y suplidores de materiales y productos, quienes publicaron guías prácticas, ma-

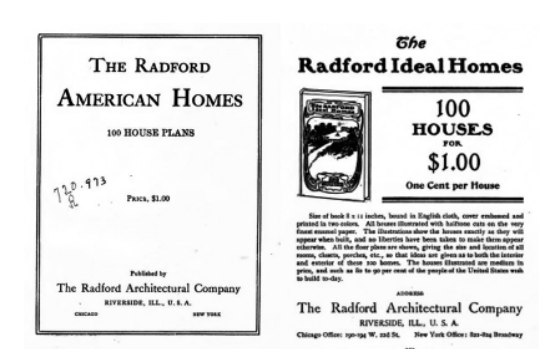


Figura1
Portada catálogo Radford de 1926. Fuente: Radford Architectural Company

nuales y catálogos ilustrados, que contenían elevaciones, secciones, planos y numerosos detalles decorativos, así como materiales de construcción y acabados interiores. En 1882 la revista *The American Architect & Building News* reconoció a *The Portable House and Manufacturing Co.* y *The Adjustable Building Company*, ambas de Nueva York, como los manuales más importantes del momento (Reiff 2000).

Entre 1850 y 1900 se publicaron más de 70 catálogos, la mayoría de «cottages» o cabañas del periodo victoriano [1837–1901] que corresponde al: *Gothic Revival* o *Elizabeth revival* [1800–1860], *Gingerbread* [1860–1880], *Folk Victorian* [1870–1890], *Shingle Style* [1874–1910], *Queen Anne* [1880–191]), *Craftsmen* [1880–1905] y *Georgian revival* [1895–1920] entre otros (Dixon y Muthesius 2008).

Estos catálogos eran llevados a todas partes por vendedores y representantes, quienes los mostraban a sus clientes, así como las maquetas y muestrarios de materiales, con la intención de vender, ya fuera la casa completa, parte de ella, piezas decorativas, algún artículo, los planos o simplemente el mismo catálogo. A finales del siglo XIX un catálogo costaba US$1,00 y un juego completo de planos con especificaciones constructivas impreso en azul costaba de $3,00 a $12,00 dólares, dependiendo del tamaño de la casa.

A principios del siglo XX, grandes firmas norteamericanas comenzaron a interesarse en las ventas masivas por correo y a ofrecer la casa, su estructura y sus catálogos. Estos últimos contenían: accesorios, aparatos novedosos [inodoros, lavamanos, cocinas, etc.] elementos decorativos, gabinetes, lámparas e incluso maquinarias para hacer piezas de hormigón como: bloques y columnas. Al hacer la compra, el pedido era enviado por correo marítimo o ferroviario y el comprador debía pagar el flete desde la fábrica en los EE.UU. hasta el lugar de destino (Sears, Roebuck &Co. 1910).

El catálogo brindaba toda la información necesaria para su envío a cualquier parte, incluyendo el peso de la vivienda o artículo comprado. Por ejemplo, una casa de 360 pies2 [33.44 m2] con una galería de 180 pies2 [16.72 m2] costaba US$258.00 y pesaba ya empacada 7,000 libras. Asimismo, una máquina de hacer bloques de hormigón tamaño 8"x8"x16" [203,2 × 203,2 × 406,4 mm], costaba US$42.50 y pesaba 610 libras (Sears, Roebuck & Co. 1910, 156–162).

En la primera mitad del siglo XX, se popularizó el estilo *Bungalows*, adaptándose muy bien a las casas de bajo y mediano costo. Entre 1900–1950 se elaboraron más de 100 catálogos distintos. Algunos llegaron a costar US$5.00, porque eran mucho más completos y contenían variedad de artículos y maquinarias para la construcción. Algunos usaban como slogan: *ready made*, *ready-cut* o *Built in a Day* (Aladdin 1952). El negocio no se limitaba a EE.UU. y Canadá, iba más allá, llevándolo a todos los lugares donde los EE.UU. tenían relaciones comerciales, incluyendo el Caribe. Estos dise*ños se propagaron rápid*o porque tenían la facilidad de adaptarse al clima y a los diversos estilos de moda, agregando y combinando elementos con mucha libertad.

Arquitectura dominicana en los Siglos XIX y XX

Si bien se debe de hablar de arquitectura dominicana a la realizada a partir del 27 de febrero de 1844 cuando se crea la nación libre de dominio extranjero, llamada República Dominicana y conformada por una población de 126,000 personas aproximadamente, es importante mencionar las construcciones que existían en la primera mitad del siglo XIX.

A parte de las edificaciones de piedra, mampostería de ladrillo o piedra y de tapia, que dejaron los colonizadores españoles, la arquitectura predominante siempre fue el bohío y la choza (figura 2). El bohío era de planta rectangular y estructuralmente hecho con horcones y varas de madera de caoba, cedro y roble entre otras, cerrada con tablas de palma u otra madera dura. La estructura de la cubierta era de varas de madera revestida con hoja de cana, guano o yagua; tablitas de madera (caoba, pino o ciprés) llamadas tejamanil y una que otra cubierta con láminas de hierro corrugado y liso, material novedoso que comenzaba a introducirse. La choza, término utilizado para la casa de bahareque o palo parado, era de planta rectangular, sus paredes de ramas o palos recubierta con boñiga y la cubierta de hojas de cana, guano o yagua. Ambas tipologías de viviendas eran similares a las construidas en las demás islas del Caribe, ya fueran colonias españolas, francesas, inglesas u holandesas (Flores 2016).

En la República Dominicana la construcción con madera industrializada inicio en el siglo XIX, con la instalación de sierras y aserraderos de vapor en el país, provenientes de EE.UU., de donde también se importaban listones y tablas de pino. En los aserrade-



Figura 2
Bohío de tabla de palma con cubierta de cana. Fuente: Flores Sasso

ros se vendía «tablas de pino de todas dimensiones y espesor, cepilladas, machihembradas y adaptables a todos los usos del arte» (Espinal 2005, 140). Eran muy rentables, inclusive algunos tenían socios norteamericanos como La Fe, propiedad de don Augusto Espaillat Sucesores, que en 1908 se asoció con *Dominican Timber & Mining Company*, de capital norteamericano.

En 1844 se establecieron las aduanas y en 1845 se promulgó la primera ley de Aranceles que dejó libre de impuestos a varios materiales de construcción entre ellos: azulejos o tejitas de enlozar o cobijar casas, ladrillos, lozas para enlozar, balaustres de hierro y columnas de todas materias para ornamento (Gamble y Puig 1978, 169). Además, se firmaron tratados comerciales con países europeos y americanos, donde se acordó el tipo de impuesto que se le aplicaría a las importaciones y exportaciones, y cuales productos estarían exentos de ello.

Viendo la posibilidad de negocio, comenzaron a instalarse vendedores, comisionistas y representantes de mercancías extranjeras como: madera, artículos ferreteros y materiales para la construcción en general. Entre las principales casas comerciales que importaban artículos de construcción a finales del XIX y principio del XX están: Rostchild, Coen & Co., Juan Bautista Bouví, Jules Grandgerard, Ginebra Hnos, J.B. Cambiaso & Hnos., Pellerano & Maggiolo, T.S. Heneken, Nicolás Durocher, C.J. Neuman & Co., C.S. Passailaique, W.O. Bartlett, Lithgow Brothers, Arzeno & Co. J., S. Lawrence & J. B. Sturla Co. (Cassá 1986), Ricart, Biedermann & Co., Juan A Read, Lembcke &Co., José Turull, Lorenzo D'Aste, Thomen Hnos., Jose Lench & Co., Víctor Lalane, A. Mebot, J.M. Villalón & Co., G. Beretta & Co., Divanna, Grisolia & Co.,Nacif y Julian P. Hache, F. Lample & Co. (Deschamps [1907] 1974), Manuel Capuro, Tomas Rodríguez (El padrecito), Juan J. Jiménez & Co. (Gamble y Puig 1978, 168), José Batlle & Co., El Gallo, Augusto Espaillat y Sucesores entre otros (Espinal 2005) (figura 3).

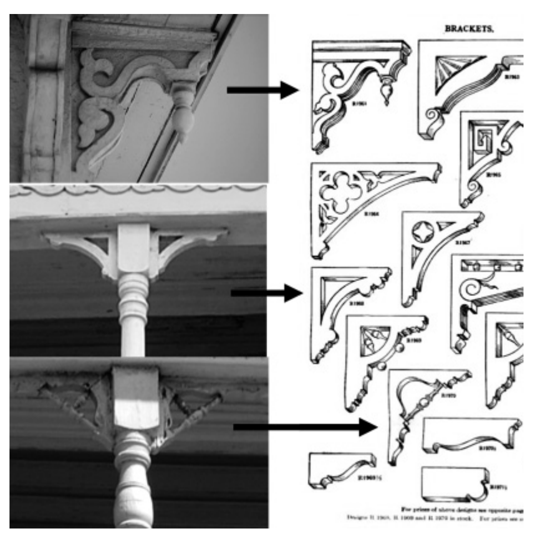


Figura 3
Ménsulas encontradas en Roberts' Illustrated Millwork Catalog de 1903. Fuente: E.L. Robert & Co.

La mayoría de este tipo de mercancía se importó de los EE.UU. entre ellos tablas, balaustres, elementos decorativos, puertas y ventanas. Por ejemplo, en Puerto Plata, en 1853, Manuel Capuro y Tomas Rodríguez solicitaron permiso para colocar en un solar baldío «las maderas que les vienen del Norte» (Gamble y Puig 1978, 168). Por muchas décadas las importaciones superaron a las exportaciones y en 1870

las recaudaciones en aduanas por concepto de importación fue 88.43% y por exportación 11.57% (Flores 2016) lo cual perduró hasta las primeras décadas del siglo XX.

A finales del siglo XIX, las edificaciones de madera norteamericanas estaban de moda y era un prestigio tener una. Lo usual era que los más ricos y muchos de los extranjeros, compraran por catálogo la casa completa o los planos para luego contratar a un carpintero local con experiencia, quien por lo general era de origen extranjero. Otros contrataban a un carpintero local, quien hacia el diseño y construcción de la nueva casa o de la remodelación. Estos compraban las maderas, tablas criollas y/o norteamericanas, puertas, ventanas y elementos decorativos, en las tiendas locales.

En junio de 1864, se registró en el bergantín español Santiago, la llegada de «tres casas particulares de madera» (Gamble y Puig 200) procedentes de EE. UU. al puerto de Santo Domingo y de allí al otro día «salió para Montecristi el bergantín nacional Santiago con tres casas de madera» (Rodríguez 1963,469). El bergantín Santiago hacía la ruta Nueva York, La Habana, Santo Domingo, bajo registro cubano de *New York & Cuba Mail S.S. Co*. (Holloway 1976, 327) y aparece como embarcación española porque en esos momentos Cuba era colonia de España.

Esas tres viviendas se construyeron en San Fernando de Montecristi, frente al parque del Recreo, hoy Duarte. Son de planta rectangular, casi cuadrada, con cubierta a cuatro aguas de tablitas de madera y sobre ella láminas planas de zinc. Sus paredes son de tabla de pino, en el frente machihembrado y las demás fachadas tablas sencillas, todas colocadas en posición horizontal y tienen galería frontal a todo lo largo. (Fig.4) Son unas de las viviendas de madera más antiguas que quedan en el país ya que dos incendios borraron parte de estas primeras construcciones, uno en Santiago de los Caballeros en 1863 y el otro en Puerto Plata en 1871, que era el puerto de mayor actividad comercial del país en esos momentos. Ambos incendios consumieron casi todas sus casas y en Puerto Plata hasta la iglesia se quemó.

Para la reconstrucción de Puerto Plata el Senado decretó en 1871, la exoneración de impuestos a los materiales de construcción entre ellos la madera y el zinc (Gamble y Puig 172). Incluso libró de aranceles a «todas las maderas que sirvan para la fábrica del templo católico de Puerto Plata» (AGN 23 enero 1871). Esto fue aprovechado por muchos comerciantes, quienes importaron casas completas de madera y materiales para la construcción como tablas, listones, puertas, ventanas y elementos decorativos todos de madera, así como planchas de zinc corrugadas y lisas.



Figura 4
Viviendas compradas por catálogo y armadas en Montecristi.

Algunos comerciantes se dedicaron a construir las casas de madera para venta o alquiler. Por ejemplo, en 1872 se informó que las firmas W.O. Bartlett y Lithgow Brothers importaron desde los Estados Unidos «un número bastante crecido de casas de madera arregladas a este clima; cómodas, fuertes y hasta elegantes, para ofrecerlas en alquiler reducido; transcurrido algún tiempo quedarían como dueños los moradores» (Gamble y Puig 173). Incluso fabricaron casas modelo, pues en 1875, don Segundo Imbert del Monte solicitó la utilización de dos frentes de solares en la calle del Comercio «para fabricar en ellos dos casitas modelos» (Gamble y Puig 1978, 200) (figura 5).

Además, los almacenes cerca del muelle se hicieron de ladrillos y se importaron algunas estructuras prefabricados de hierro para almacenes. (Zeller 1977) Una descripción de la ciudad, en 1873, dice que la mayoría de las casas son de madera y tienen dos pisos de altura con balcones en el segundo, de tres o cuatro habitaciones (Hazard [1873] 1974).

Se necesitó de mano de obra cualificada para hacer estas casas, pero en la ciudad no había suficiente, por

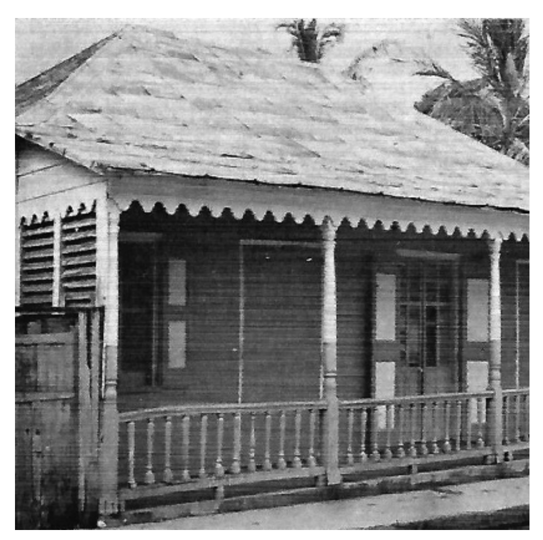


Figura 5
Casa modelo construida por Segundo Imbert para la venta. Fuente: (Gamble y Puig 1978)

tanto, en 1872 se anunció en el periódico El Porvenir que «Puerto Plata necesita a la mayor brevedad tres docenas de buenos maestros u oficiales en los ramos siguientes: carpintería, albañilería y herrería» (El Porvenir 1872). La respuesta fue inmediata y en ese año, se registró en Puerto Plata 175 carpinteros, 20 ebanistas, 35 albañiles y 15 pintores (Marte 1988, 163). El carpintero era muy solicitado, sobre todo si tenía experiencia o era extranjero. Algunos se movían de ciudad para construir casas o negocios (tabla 1).

A raíz de los incendios, y por el valor y la fama que estaba tomando el hierro sobre la madera por sus presuntas ventajas ignífugas, se comenzó a forrar las fachadas laterales con láminas de hierro galvanizado con el objetivo de evitar la propagación de fuego. Por ejemplo, el Ministro de Hacienda y Comercio, en 1883 señaló que había tres inmuebles gubernamentales de madera, forrados y techados de hierro galvanizado. (Zeller 1977, 41).

En 1884 el gobierno dominicano firmó con los EE. UU. un tratado comercial de reciprocidad que dejaba libre de impuestos algunos productos entre ellos: «casas completas de madera o hierro» así como una gran cantidad de artículos para construcción (UCMM 1974, 88). En 1887 se decretó que «todos los muebles y materiales de construcción destinados a los inmigrantes

NACIONALIDAD	Carpinteros	%	Ebanistas	%	Albañiles	%	Pintores	%
Dominicanos	83	47.4	3	15	18	50	5	33.3
Anglo-antillanos (Bahamas e Islas Turcas)	61	34.8	5	25	8	22	4	26.6
Daneses incluye Saint Thomas	9	5.1	5	25	3	8		
Cubanos	6	4.6	-	-	1	3		
Franceses	3	3.4	-	-	-	-		
Norteamericanos blancos	2	1.7	-	-	-	-		
Norteamericanos negros	8	1.1	-	-	-	-		
Holandeses (de Curazao)	2	1.1	-	-	-	-	1	6.7
Español	1	0.6	1	5	-	-		
Puertorriqueños	-	-	5	25	5	14		
Venezolano	-	-	1	5	-	-	1	6.7
Ingleses	-	-	-	-	-	-	3	20
Haitiano	-	-	-	-	-	3	1	6.7
TOTAL	175		20		35		15	
Fuente: Marte 1988, 163, elaboración de tabla V. Flores Sasso, 2017								

Tabla 1
Constructores presentes en Puerto Plata en 1871, según nacionalidad. Fuente: Flores Sasso, tomado de Gamble y Puig 1978.

no pagan ningún impuesto a su llegada al territorio dominicano» (Álvarez 2014,44), favoreciendo la importación de casas y materiales de construcción.

En 1888 los tipos de madera que se importaron desde EE.UU. a través de las 8 aduanas habilitadas en el territorio dominicano fueron: tablas de pino americano y «pichipén» o *pitch pine* (Abad 1993). Parte de esta madera se procesaba localmente en los modernos aserraderos instalados desde finales del si-



Figura 6
Casas de Madera en Puerto Plata. Fuente: Archivo General de la Nación, foto de 1907

glo XIX en la región del Cibao, con máquinas de vapor que se alimentaban automáticamente con su mismo aserrín como combustible (figura 6). Además, tenían maquinarias para cepillar, machihembrar tablas, hacer molduras y sierra para destrompar, ente otras (Flores 2016)

En los comercios locales se vendía tablas tipo *novelty* para fachadas, cepilladas y machihembradas de 6”, 9”, 10” y 12” de ancho por 1” de espesor; sin cepillar de 6”; cepillada de ambos lados y sin machihembrar para hacer marcos; tablitas para plafones con cordón al centro y a los lados; tablas para piso de 4” y 4½” de ancho y molduras (figura 7). Todas eran de madera de pino criollo o norteamericano (Flores 2016).

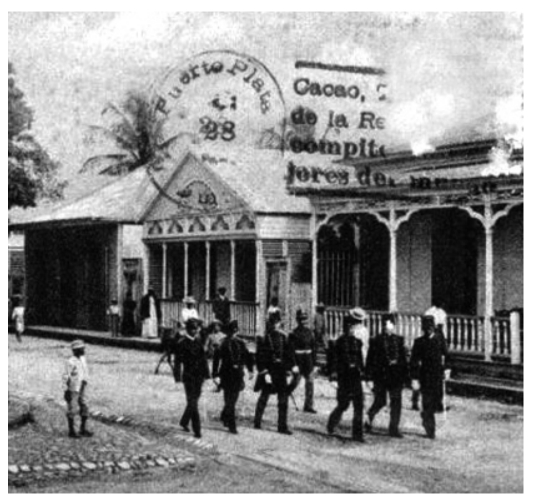


Figura 7
Casas de madera en Puerto Plata. Fuente: Archivo General de la Nación, foto de 1921

En 1891, los EE.UU. y la Rep. Dom. firmaron un nuevo acuerdo comercial que dejó libre de impuesto una serie de artículos entre ellos todo tipo de maderas, casas de madera, estructuras de hierro, planchas de zinc, clavos y todos los artículos para construcción (Acuerdo 1991, 4–5). Sin embargo, las deudas llevaron al país a entregar el control de las aduanas a la *San Domingo Improvement Company of New York*, con el fin de garantizar la devolución de los préstamos, quienes no dudaron en favorecer el comercio estadunidense (figura 8).



Figura 8
Casas de madera con tablas tipo *novelty* en sus fachadas. Fuente: Flores Sasso 2010

En 1896 el 45% de las importaciones procedían de los EE.UU., el 12% de Curazao, el 11% de Inglaterra y sus colonias caribeñas y el 8% de España y sus colonias caribeñas, entre otros (Abad 1897, 184). Los principales puertos en EE.UU. eran: New York, New Orleans, Baltimore, Boston y Filadelfia. El 61.5% de las exportaciones salían desde New York; el 14.3% desde New Orleans; el 9.9% desde Baltimore; el 9.35% desde Boston y el 4.94% desde Filadelfia (Flores 2016).

En 1900 las ciudades estaban conformadas por «casas de madera, aseadas, pintadas de colores vivos, pintorescas, algunas por su forma imitan las villas, otras los chalets y cottages…» (Cestero [1900] 1973). A principios del siglo XX, con un nuevo apogeo económico producto de la caña de azúcar, se estrechan las relaciones comerciales con EE.UU. Además, la mayor parte de la industria azucarera estaba en manos de estadunidenses, así como el transporte marítimo entre Santo Domingo y Nueva York, monopolizado por la Línea de Vapores Clyde, de capital estadounidense.

Se incrementó el número de navíos que viajaba a EE.UU., la frecuencia con que lo hacían y los puertos a que arribaban. Por ejemplo, en 1916 la *Clyde Santo Domingo Lines,* con su embarcación *Algon-*

quin Iroquois hacía la ruta: New York, Turk's Island, Montecristi, Puerto Plata, Samaná, Sánchez, La Romana, San Pedro de Macorís, Santo Domingo y Azua (Larsson 2016).

En este momento llegó la casa de estilo *Bungalows* (figura 9) la cual se adaptaba muy bien al clima e incorporaba elementos hecho con nuevos materiales como columnas y bloques de hormigón y los mosaicos hidráulicos, entre otros.



Figura 9
Casas estilo Bungalow. Fuente: Flores Sasso 2010

Todavía en 1917 las ciudades, con excepción de Santo Domingo, estaban compuestas por casas de madera techas con tablitas y las menos con hoja de hierro corrugado. Según una descripción, las casas son muy similares, generalmente blanqueadas, con techos de tablitas, zinc corrugado u hoja de palma predominando la estructura de madera (Schoenrich 1918, 132). En su informe Schoenrich sugirió al gobierno norteamericano, que los comerciantes estadunidenses envíen como representantes hombres cultos que hablen español; deben proporcionar catálogos en buen español con descripciones precisas de los artículos ofrecidos; deben llenar los pedidos recibidos, sin sustituir otros artículos y deben embalar sus envíos con mucho cuidado y con vistas a las condiciones locales de transporte (Schoenrich 1918, 132).

La influencia norteamericana adquirió fuerza cuando en 1916 los EE.UU. ocuparon el país imponiendo un gobierno militar dirigido por los *US Marines*, teniendo pleno control hasta 1924 cuando se instaló un gobierno dominicano, aunque se mantuvo la presencia norteamericana ya que quedaron con el control y manejo de algunas aduanas. Además, la gran mayoría de los comercios tenían socios norteamericanos y la línea más importante de transporte, casi todos los ingenios azucareros y las compañías exportadoras de frutas eran propiedad de norteamericanos.

En conclusión, el nuevo modelo arquitectónico norteamericano fue adoptado rápidamente por los dominicanos, cambiando el paisaje y la fisonomía de sus ciudades, no solo de la República Dominicana, sino también de todo el Caribe, sin importar la herencia colonial. Asimismo, los catálogos que llegaron al país impactaron en el gusto de la población común, quienes, a pesar de no poder comprar sus casas por catálogo, se inclinaron en utilizar los estilos, las proporciones, detalles, materiales y el sistema constructivo que llegó de norteamérica. Además, la flexibilidad de estos modelos arquitectónicos ofreció la ventaja de poder utilizar las maderas criollas, que había en gran cantidad, encontrando un gran número de casas que tienen sus paredes combinadas de tablas de madera criolla, de palma y de pino importado, colocando siempre las tablas aserradas a maquinas en la parte frontal de la edificación y las criollas o hechas a mano en las zonas laterales y posterior.

Lista de Referencias

Abad, J. R, 1897. Memoria Descriptiva y Catalogo de la Sección Dominicana, Junta Central Organizadora del Concurso de la Exposición Internacional de Bruselas, Santo Domingo.

Abad, J. R. [1888] 1993. La República Dominicana. Reseña General Geográfico-Estadística. Facsímil, Sociedad Dominicana de Bibliófilos Inc.

AGN, 23 enero 1871, Interior y Policía, Caja 63, Legajo 81, Expediente 7, documento 4692971.

Aladdin Company. 1952. Aladdin readi-cut homes (not prefabricate) Catalog.

Alvarez L., F. 2014. La República Dominicana (1888). Territorio, clima, agricultura, industria, comercio, inmigración y anuario estadístico. Academia Dominicana de la Historia. Vol. CXIV y Archivo General de la Nación Vol. CCXIV.

Bock, G. 2006. Some Assembly required, Old-House Journal, Vol 34, No.1, Jan-Feb, 78–79
Bryan, P. 2016. La transformación económica de la República Dominicana 1870–1916, Academia Dominicana de la Historia, Vol. CXLI.
Callan T, C. 1977. Los Estados Unidos y Santo Domingo, 1798–1873. Un capitulo en la Diplomacia del Caribe. Editora de Santo Domingo.
Cassá, R. 1986. Historia social y económica de la República Dominicana. Tomo II, Editora Alfa & Omega.
Cestero. T. [1900] 1973. Viaje por el Cibao en 1900, revista Eme-Eme. Revista Eme y Eme. Estudios Dominicanos, Vol. I, No.4, 120–131
Deschamps, E. [1907] 1974. La República Dominicana. Directorio y Guía General. Santiago de los Caballeros. Facsímil publicado por la Sociedad Dominicana de Bibliófilos.
Dixon, R. & Muthesius, S. 2008. Victorian Architecture, Thames & Hudson World of art, London
El Porvenir. 1 de febrero 1872. No.3, Puerto Plata, República Dominicana
Espinal H., E. 2005. Historia social de Santiago de los Caballeros, 1863–1900. Fundación Manuel de Jesús Tavares Portes.
Flores S., V. 2016. Timbers, palm board and construction materials of eighteenth and nineteenth century architecture in the Dominican Republic. Further Studies in the History of Construction. The Proceedings of the Third Annual Conference of the Construction History Society, Cambridge, 333–344
Gamble, R. y Puig O., J. A. 1978. Puerto Plata: La conservación de una ciudad. Inventario. Ensayo Histórico-Arquitectónico.
García Aretio, L. 1999. Historia de la educación a distancia, en RIED. Revista Iberoamericana
de Educación a Distancia, 2, 1: 11–40
Gay, C. M. 1931. Wood Framing en Kidder-Parker Architects› and Builders› Handbook, New York, 723
Gómez L., L., Leser S. H. y Salomone R. V. 2003. El sistema constructivo plataforma (plataform frame) en Sewell, Chile. Revista de urbanismo, No.8, junio. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
Hazard, S. [1873] 1974. Santo Domingo, su pasado y presente. Facsímil por la Sociedad Dominicana de Bibliófilos.
Herbert, G. 1980. Pioneers of Prefabrication: The British Contribution in the Nineteenth Century (The Johns Hopkins Studies in Nineteenth Century Architecture). *The Art Bulletin*, Vol. 62, No. 4. Diciembre. College Art Association. 672–674
Holloway, J. L. 1976. Dictionary of American Naval Fighting Ships, Vol. VI, Naval History division, Department of the navy.
Indiana DNR. s/f. Historic Building Research Handbook. Indiana Department of Natural Resources, Division of Historic Preservation and Archaeology.
Larsson, B. 2016. AGWI Lines (Atlantic, Gulf and West Indies Steamship Lines) magazine, 1916. Vol. VIII, No. 1, www.timetableimages.com/maritime/images/agwi.htm
Marte, R. 1988. Cuba y la República Dominicana. Transición económica en el Caribe del siglo XIX. Editorial CENAPEC.
Miller, D. L. 1996. City of the Century. The Epic of Chicago and the Making of America. New York City: Simon & Schuster.
Mornement, A. & Holloway, S. 2007. Corrugated iron. Building on the Frontier. W.W. Norton & Company, New York-London.
Papers Relating to the Commercial Arrangement between the United States of America and the Dominican Republic. Concluded June 4, 1891. Proclaimed August I, 1891.
Radford, W. 1911. Old house measured and scales detail drawings for builders and carpenter.
Reiff, D. 2000. Houses from Books: Treatises, Pattern Books, and Catalogs in American Architecture 1738–1950. a History and Guide. The Pennsylvania Magazine of History and Biography, Vol. 125, No. 4, 395–397
Rodríguez D., E. 1963. Diarios de la Guerra Dominico-Española de 1863–1865, Editora El Caribe. 466–469
Schoenrich, O. 1918. Santo Domingo. A country with a future, The Macmillan Company, N.Y.
Sears, Roebuck and Co. 1910. Home Builder's Catalog. The Complete Illustrated 1910 Edition with more than 60 full-color images
Stevenson, K. C. y Ward, J. H. 1995. Houses by Mail: A Guide to Houses from Sears, Roebuck and Company John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey
Tucker, S. C. 1937. The Encyclopedia of the Wars of the Early American Republic, 1783–1812: A political, social and military history, 203
UCMM. 1974. Documento: Tratado de Reciprocidad República Dominicana - Estados Unidos de 1884, Revista Eme y Eme. Estudios Dominicanos, Vol. III, No. 13, julio-agosto, editor Frank Moya Pons, Santiago de los Caballeros, RD.
Zeller, N. M, 1977. Puerto Plata en el siglo XIX en *Revista Eme Eme. Estudios Dominicanos*, Universidad Católica Madre y Maestra, Vol. V, No.28, enero-febrero.

Las técnicas constructivas de la prehistoria reciente en el Valle del Duero

H. J. Fonseca de la Torre
J. A. Rodríguez Marcos

Las soluciones arquitectónicas empleadas durante la Prehistoria Reciente en el Valle del Duero siempre han sido un tema esquivo debido a una serie de factores comunes a todo este período que han contribuido a crear entre la comunidad arqueológica una imagen de soluciones temporales de escasa consistencia.

En primer lugar, el total arrasamiento del nivel de ocupación presente en la mayoría de los yacimientos intervenidos tiene como consecuencia que sólo se hayan conservado las estructuras negativas de estos asentamientos, los conocidos como «campos de hoyos». Entre esos hoyos, la mayoría interpretados como silos o basureros, se pueden encontrar hoyos de poste que en algunos casos formas el perímetro reconocible de alguna cabaña. También se han documentado algunas cubetas de muy difícil interpretación debido a la parquedad de los materiales recuperados. El arrasamiento de este nivel de ocupación se ha atribuido tradicionalmente a la labor del campo, una actividad milenaria en esta zona que nos ocupa, aunque ha sido la reciente mecanización del campo la que ha perpetrado la mayoría de estas destrucciones. Es por ello que los estudios realizados hasta fechas muy recientes se han limitado a trabajos de recopilación de las escasas evidencias existentes (Bellido 1996).

En segundo lugar, los materiales empleados en la erección de las viviendas fueron el barro y la madera, materiales perecederos que por lo general no se conservan en el registro arqueológico ya que el primero revierte a su estado original con cierta facilidad y la madera se descompone en condiciones normales. Sólo en aquellos lugares donde la estructura ha estado sometida a un proceso de combustión se ha podido conservar restos de barro endurecido procedente de las paredes así como restos de madera carbonizada. Los hallazgos de estos materiales acostumbran a producirse en el interior de los hoyos anteriormente mencionados.

Estas vicisitudes conllevan la pérdida de la práctica totalidad de los datos referentes tanto a la distribución interna de las viviendas como al modelo de poblamiento, lo que ha llevado a interpretaciones referentes un modelo de poblamiento caracterizado por la estacionalidad y las viviendas endebles que sólo hasta fechas recientes ha entrado en discusión (García Barrios 2007).

A partir de las estructuras negativas y los fragmentos de barro endurecido conservados se pueden conocer bastantes aspectos sobre la tecnología constructiva y su evolución a lo largo de este período. Asimismo, la ubicación de los yacimientos en el entorno nos habla de unas necesidades que fueron mudando con el paso del tiempo.

El poblamiento Calcolítico

Las evidencias más antiguas de estructuras habitacionales corresponden al período Neolítico, aunque destacan por su parquedad ya que se trata de un único ejemplo documentado inmediatamente al sur del dol-

men de La Velilla (Osorno, Palencia). Se trata de una serie de 16 hoyos de poste que conforman una estructura oval de unos 12m2 en cuyo interior se encuentra un hogar de cubeta (figura 1) (Zapatero 2015). No es posible extraer mucha más información de dicha estructura salvo que parece precedente a la erección del dolmen, por lo que debió existir un asentamiento previo a la erección del monumento megalítico.

Es en el Calcolítico Precampaniforme cuando encontramos un mayor número de evidencias de restos constructivos. El yacimiento más elocuente al respecto es El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid). Más conocido por tratarse del recinto de fosos más estudiado de la Meseta Norte, sus restos más antiguos corresponden con un grupo de zanjas de cimentación anteriores al propio recinto (Delibes de Castro et al. 2016).

Se trata de un total de ocho viviendas de planta circular que no corresponden a un único momento, pues existen algunas superposiciones (figura 2). Las zanjas de cimentación contaban con hoyos de poste en su interior dispuestos a intervalos regulares, algunos de ellos con calzos de piedra caliza para sujetar los pies derechos que componían la estructura de madera de la vivienda. Se han conservado algunos escasos restos del suelo de tierra apisonada de estas viviendas que presentan las marcas del arado, testimonio de la capacidad destructiva de las labores de cultivo de la tierra.

Para el alzado de las viviendas contamos con el testimonio de numerosos restos de manteado endurecidos por el fuego y posteriormente depositado en el interior de varios de los hoyos exhumados hasta el momento. Se han analizado pormenorizadamente los restos encontrados en dos de dichas estructuras negativas (Hoyos 70 y 71) mediante el análisis macroscópico y el empleo de varias técnicas de análisis (Fonseca et al. 2017). Gracias a dicho análisis se conoce la técnica constructiva empleada, consistente en la erección de pies derechos de unos 12–20cm de diámetro

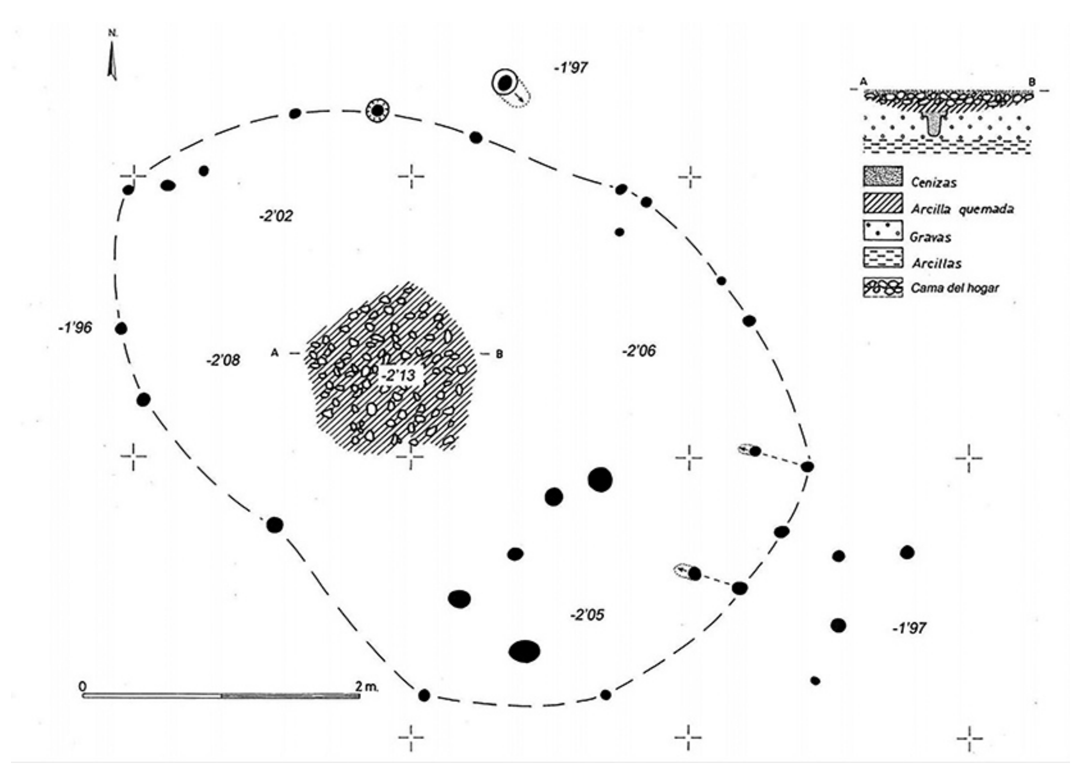


Figura 1
Planta de la cabaña neolítica de «La Velilla» (Zapatero 2015)



Figura 2
Zanjas de cimentación de El Casetón de la Era. Obsérvense como las zanjas se entrecruzan, evidenciando distintos niveles de ocupación (Crespo et al. 2015)

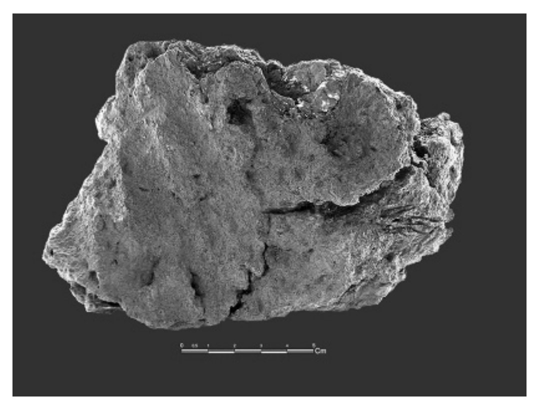


Figura 3
Fragmento de manteado proveniente del yacimiento de El Casetón de la Era. A la izquierda de la imagen se pueden observar digitaciones resultado del método de aplicación del barro directamente con las manos. A la derecha de la imagen se aprecia la impronta dejada por una espiga de cereal (Fonseca, 2015)

entre los cuales se entrelazaba una serie de ramas de entre 3–5cm de grosor, como revelan las improntas dejadas por estos postes en el barro. Esta estructura de madera formaría una especie de encestado que se recubría finalmente por varias capas de barro hasta cubrir la totalidad de la estructura de madera, evitando así que ésta se pudra y protegiéndola de los insectos xilófagos. La madera empleada para los postes sería con toda probabilidad de encina, ya que se han encontrado improntas de las hojas de este árbol que además aparece reflejado en los análisis palinológicos del yacimiento (López Sáez 2007). Para el entrelazado habría que pensar en maderas más flexibles, como la que producen el enebro y la sabina, también presentes en los análisis palinológicos.

El barro estaba mezclado con abundante paja cortada, dada la escasa longitud de las improntas dejadas en el barro, por lo que no podemos evitar ponerlo en relación con las labores de trillado documentadas en este mismo yacimiento (Gibaja et al. 2012). La aplicación del barro se realizaría directamente con las manos como demuestran algunas digitaciones (figura 3).

Estos fragmentos de manteado se han encontrado depositados en hoyos en grandes concentraciones en numerosos yacimientos del tipo «campos de hoyos» a lo largo del Valle del Duero, aunque no todos ellos cuentan con zanjas de cimentación u hoyos de poste como es el caso de Pozo Nuevo (Toro, Zamora) (Marcos Contreras et al. 2003). En caso de presentar restos de cimentaciones, éstas son de planta circular ya sean zanjas de cimentación con hoyos de poste como en El Soto (Valdezate, Burgos) (Palomino et al. 1998) o sólo estos últimos como es el caso de la cabaña de Los Bajos (Vecilla de Trasmonte, Zamora) (Larrén Izquierdo 1999: 35). En este último se identificó también como posible vivienda un rebaje en el terreno de forma rectangular, pero la ausencia de hoyos de poste o de material arqueológico impide su adscripción definitiva como tal (STRATO S.L. 1991), por lo que en definitiva podemos hablar de que nos encontramos con un panorama homogéneo tanto en técnicas constructivas como en plantas.

Cabe señalar que todos estos yacimientos comparten unas características similares en cuanto a su ubicación. Se localizan en tierras de orografía suave y óptimas condiciones para el cultivo. Parece ser que la prioridad para estos grupos humanos era la proximidad a las zonas de obtención de recursos.

Esta situación cambia en el período Campaniforme, que cuenta de nuevo con testimonios muy parcos de estructuras de hábitat. La única documentada hasta la fecha se localiza en el yacimiento del Pico del Castro (Quintanilla de Arriba, Valladolid), que se encuentra en el extremo de un espigón del páramo (Rodríguez Marcos, 2005). Se trata de una serie hoyos

de poste que forman una planta pseudocircular que presenta un hogar circular realizado en barro. A diferencia del período anterior cuenta con muestras de abandono en forma varios recipientes cerámicos fragmentados dispersos por el suelo, que salvo por un rebaje del terreno no contaba con ningún otro tratamiento (figura 4).

La ubicación de este yacimiento es la antítesis de lo expuesto en el período anterior. En este momento predomina la situación en punto elevados estratégicamente situados en espigones del páramo, controlando el valle situado a sus pies y a los cuales sólo se puede acceder por un punto concreto. No es el Pico del Castro un caso aislado ya que yacimientos contemporáneos a éste como el de Las Pinzas (Curiel de Duero, Valladolid) presentan una ubicación muy similar que denota un acusado cambio en las necesidades de estos grupos humanos (Rodríguez Marcos 2007). Este proceso de «encastillamiento», sin embargo, no parece afectar a la técnica edilicia que permanece inalterable en este período, observándose las mismas plantas y técnicas constructivas, aunque sin más evidencias que las del citado Pico del Castro es aventurado sacar mayores conclusiones.

Este cambio en el patrón de asentamiento coincide con un cambio climático producido entre finales del III y principios II milenio AC. Este cambio consiste, a grandes rasgos, en dos fases de clima más húmedo separadas por una tercera fase de mayor aridez, con el consecuente impacto en las actividades económicas de estos grupos (Delibes et al. 2015).

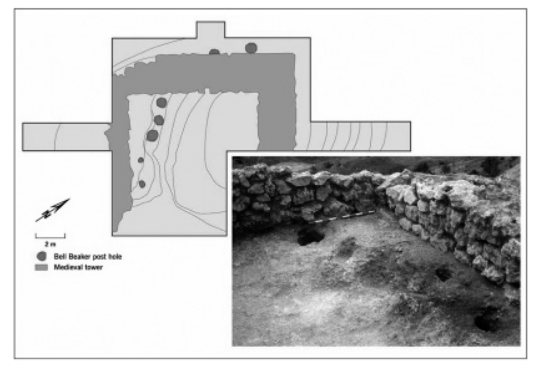


Figura 4
Hoyos de poste que conforman la vivienda campaniforme de El Pico del Castro (Delibes et al. 2015)

Las unidades de habitación durante el Bronce Antiguo

Podemos decir que las mejor contrastadas de cuantas se conocen son las que se identifican en algunos yacimientos excavados del Bronce Antiguo del alto Duero soriano (El Parpantique, Los Torojones o Los Cotorros) (Fernández-Moreno 2013: 84–97); no faltando algún ejemplar más próximo al centro de la cuenca del Duero, caso de las cabañas de Pico Romero, en la burgalesa Ribera del Duero (Rodríguez-Marcos y Palomino 1997). Todos los ejemplos citados comparten un rasgo común: se identifican en enclaves encaramados en cerros testigo y espigones de páramo, si bien otros espacios como la Ribera del Duero indican que alrededor de los lugares encastillados existe buen número de asentamientos que se distribuyen por los valles que recorren la región (Rodríguez-Marcos y Palomino 1997: 586). El hecho de que ninguno de tales enclaves haya sido intervenido arqueológicamente hasta la fecha explica que no contemos con ejemplares de viviendas en los poblados identificados en el llano.

Si, como veíamos en el apartado anterior, cabañas como las de Pico del Castro (Quintanilla de Arriba, Valladolid) (Rodríguez-Marcos2005: 83) y Camino de las Yeseras son los prototipos de la etapa Campaniforme (ovaladas, con postes perimetrales, semiexcavadas en el substrato), las del Bronce Antiguo marcan un más que notable contraste con ellas (Fernández-Moreno 2010: 208–216). Ahora, en efecto, son alargadas (rectangulares o elípticas), construidas, en todo caso, con un entramado vegetal recubierto de un revoco de barro que, como se atestigua en un lienzo de pared identificado en Los Cotorros (Fernández-Moreno 2010: Lám. 15) (figura 5), quizá sólo fuera exterior. Con ello se buscaría evitar recargar en exceso unas estructuras que alcanzarían una altura media de 1,9 m y descansan sobre una serie de postes (en ocasiones calzados con piedras) (Fernández-Moreno 2010: Lám. 16).

La planta de tales cabañas, que en todo caso se apartan de la planta circular, tiende, mayoritariamente, a una forma rectangular con esquinas redondeadas, sin que falte algún ejemplar con tendencia ovoide o elíptica. En cuanto a las dimensiones, se aprecia también, una cierta uniformidad ya que las medidas más extremas oscilan entre los 5 y los 20 m^2. En todo caso son estancias pequeñas; pudiendo deducir que cobijaron un número limitado de ocupantes.



Figura 5
Cara interior del lienzo de pared procedente del yacimiento de Los Cotorros. Obsérvense las improntas pertenecientes al ramaje de la estructura interna de madera (Fernández-Moreno 2010)

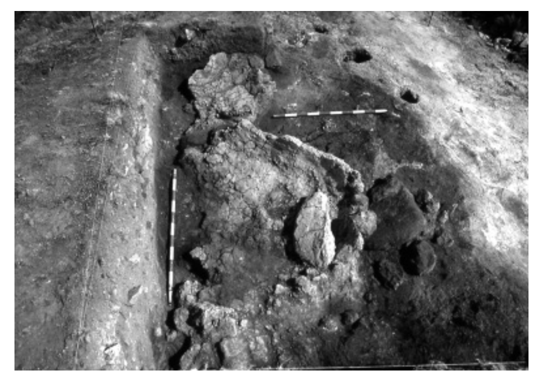


Figura 6
Restos de la vivienda del yacimiento de Pico Romero. Al norte de la imagen se observan los hoyos de poste que delimitarían la cabaña en cuyo interior se encuentra una gran cubeta realizada en barro (Rodríguez Marcos y Palomino Lázaro, 1997)

Por lo general el piso de estas construcciones presenta varios niveles superpuestos de barro apelmazado, así como una división interna del espacio (El Parpantique), lo que indica una adaptación constante a las necesidades domésticas, probablemente en consonancia con una «vocación» de permanencia; en el interior se hallan hogares de un metro de diámetro compuestos de tierra compactada con fragmentos de cerámica; su tamaño oscila entre los 4×2 m de Los Torojones a los 6×3 de El Parpantique (Fernández-Moreno 2013: Fig. 28). Las casas se disponen junto al borde de las plataformas parameras; delimitando así el área destinada al hábitat, separada de la zona ocupada por los hoyos-silo.

Quienes han analizado estas estructuras entienden que la forma y, sobre todo, el tamaño, pudieran ser concluyentes para explicar la existencia de distintos modelos de asentamientos y su duración, probablemente definidos por su funcionalidad, finalidad y estacionalidad. Así, por ejemplo, la ocupación localizada en Los Cotorros fue atribuido a un pequeño grupo que se asienta preferentemente de forma estacional. Por el contrario, en Pico Romero no sólo la presencia del hogar en el interior de la cabaña sino la constante transformación y reaprovechamiento de los espacios, parece ser indicativo de un establecimiento estable, con una duración de más de una anualidad (figura 6). Algo semejante ocurriría en Los Torojones y El Parpantique, donde se dan todos los elementos para tal aseveración: cabañas de tamaño mayor, compartimentadas, presencia de silos que alojan depósitos de cereal y bellota y documentan actividades que deben realizarse a lo largo del ciclo anual.

Según apuntábamos al principio de este apartado las estructuras de habitación reconocidas en los poblados del Bronce Antiguo del valle del Duero se alejan del modelo habitual en la etapa inmediatamente anterior. Por el contrario, como deja bien claro Fernández-Moreno (2013: 103–108) presentan participan de rasgos comunes a otras de la Edad del Bronce, principalmente las reconocidas en el Valle del Ebro, en enclaves como, por ejemplo, La Hoya Quemada o Moncín.

Ello permitiría pensar que la confección de las viviendas de estos poblados pudiéramos estar rastreando una más de las influencias que durante esta época, y procedentes del valle del Ebro (Rodríguez-Marcos y Palomino Lázaro, 1997: 587–588), cabe detectar en las tierras del alto y medio Duero.

Edad del Bronce Medio/Final

En claro contraste a cuanto se describe más arriba los yacimientos atribuibles a Protocogotas y Cogotas I del valle del Duero se nos presentan, mayoritariamente, bajo el formato de grandes extensiones de fosas que se distribuyen sin, aparentemente, orden alguno. Dicha tipología, por cierto, es la común en

estaciones arqueológicas meseteñas del Bronce Medio y Final. Sólo al final de esta etapa y durante el primer Hierro sí se documentan «auténticas» cabañas. Aun siendo testimonios muy puntuales, se conocen testimonios de algunas unidades de habitación en enclaves del Bronce Medio y Final. Centrándonos en las del primer periodo y sin querer extendernos citaremos los ejemplos de Los Tolmos de Caracena. En este enclave, sin duda el que más y mejor información ha proporcionado al respecto, se conocen desde hace algún tiempo las plantas de dos fondos de cabaña. El único que fue excavado en toda su integridad ofrece planta rectangular con lados redondeados. Está parcialmente rehundido en el substrato de base y levantado con manteado de barro sobre un entramado vegetal apoyado en postes. Jimeno, a partir de los datos de la excavación, interpreta que debe tratarse de una estructura de carácter temporal, habitada por gentes seminómadas que lo utilizarían durante la época de primavera-verano (Fernández-Moreno 2013: 97–98); lo que, a su juicio, explicaría la situación de los hogares al exterior de las cabañas. Otros fondos de cabaña que, como los anteriores, ocupan un simple rebaje artificial del substrato natural, son los hallados en el también yacimiento soriano, próximo al ya citado de Los Tolmos, de El Balconcillo, en Ucero (Rosa 1994: 30–35), donde se localizó el suelo de una cabaña de forma oval con tendencia rectangular de la que se registró sólo un hoyo de poste, así como el derrumbe de sus paredes; en otra zona del yacimiento fue descubierto otro fondo de cabaña, en este caso de forma oblonga y delimitada por un rebaje en la roca. En el yacimiento burgalés de El Cerro, en La Horra (Palomino *et al.* 1999: 21–41), nos encontramos ante una serie de estructuras que guardan cierta semejanza con las anteriores. La menos afectada por dichos procesos se nos muestra como un rebaje artificial en el substrato natural, que presenta una tendencia curva en sus contornos, y con la huella de al menos dos postes enfrentados, entre los cuales la línea de la vivienda se hace cóncava, dejando al exterior un hoyo de boca circular y perfil acampanado. Sus considerables dimensiones y su escasa profundidad –40 cm en la zona central– hacen viable su habitabilidad. Formando parte del relleno del rebaje aparecen algunos fragmentos de tapial que debieron formar parte de sus paredes. Otro posible fondo de cabaña de esta misma época, caracterizado por el mismo sistema de rebajar ligeramente el terreno, lo encontramos en el Sector 1 del yacimiento palentino de y La Huelga, en Dueñas (Pérez Rodríguez *et al.* 1994: 11–32), donde, en efecto, se reconoce una estructura (AG-88) de casi dos metros de diámetro y 50 cm de profundidad máxima, caracterizado por presentar una capa de arcilla compactada y adobe enrojecido perimetrando el interior de la estructura, que pudieran interpretarse como restos de paredes.

Los datos recopilados para yacimientos encuadrados en la Edad del Bronce Pleno/Final, reflejan habitaciones que, como en la fase precedente, se generaliza la planta de tendencia rectangular u oval, y, sobre todo, su excavación en el subsuelo. En la Submeseta Norte, además de las señaladas, debemos recordar las más antiguas en su descubrimiento del poblado de La Mariselva en El Berrueco(Maluquer 1958: 26–28). En el mismo caso se encuentra las famosas cabañas del poblado del Cancho Enamorado también en el conjunto del Berrueco (Maluquer1958: 46–55), datadas en la fase final de la Edad del Bronce, aun cuando se ha puesto de manifiesto la necesidad de revisar dicha adscripción (Abarquero 2005: 43). También de la provincia de Salamanca, en Forfoleda, se conoce un interesante yacimiento de los denominados campos de hoyos datado, este sí, en un momento pleno de Cogotas I (Jiménez y Martín Benito 1989). En el conjunto se singulariza una estructura de habitación definida por una treintena de agujeros de postes que ofrecen una planta elíptica u oval de unos 36 m^2, además de otros interiores que sujetarían la techumbre.

A pesar de que las labores agrícolas habían arrasado el nivel ocupacional, la abundancia de manteados de barro con huellas vegetales hizo suponer que su configuración fuera semejante a las que comentamos: un armazón vegetal recubierto de barro.

Los pocos materiales que hemos identificado como restos de construcción en los yacimientos Protocogotas y Cogotas I de la cuenca del Duero no son, por consiguiente, un hecho aislado, teniendo el interés de ponernos en relación, junto con otros elementos de la cultura material, rasgos de los emplazamientos, modos de vida, etc., con un horizonte cultural bastante homogéneo y bien definido.

Esta relación de estructuras de aparente «carácter inestable» también merece varias consideraciones en torno al tipo de poblamiento del territorio meseteño en general. En este sentido diremos que a lo largo de mucho tiempo ha sido un tópico transmitir la imagen de la Meseta Norte como la de un área retardataria

durante la Edad del Bronce, a la que no llegan las influencias de ámbitos como el S.E. peninsular, Levante, etc. Esto debió provocar, según esta particular visión, el anclaje en los modos de vida tradicionales, una de cuyas plasmaciones sería la ausencia de auténticos poblados estables. Habría que esperar por consiguiente hasta el Bronce Final-Hierro I, en que la llegada de aportes foráneos sería el motor que revolucionaría el panorama y haría posible alcanzar el nivel socio-económico-cultural necesario para el surgimiento de los primeros asentamientos estables con estructuras protourbanas y construcciones de entidad.

Cabe plantearse si la ausencia de estructuras habitables responde a que estas, efectivamente, no estuvieron integrados en el pasado en el interior de los campos de hoyos o a que no hemos sido capaces de detectarlas en el presente. En favor de este segundo argumento hablan, de una parte, las pellas de barro cocido con improntas de ramaje que aparecen frecuentemente formando parte de los rellenos de los hoyos, quizá producto del desmantelamiento intencionado y sistemático de las cabañas (Sánchez-Polo 2010: 180).

Conclusiones

Las viviendas del Calcolítico Precampaniforme, tradicionalmente consideradas como algo efímero, se han revelado como estructuras de una gran solidez a pesar de su realización en materiales perecederos y su sencillez formal. Esta última característica se perpetúa en el período campaniforme pero, en este caso, plasmándose en forma de construcciones aparentemente más efímeras. Al tiempo, este cambio coincide con un traslado de los asentamientos a lugares en altura, en consonancia con unas condiciones climáticas relativamente áridas (López Sáez 2012: 376–377). No es descabellado pensar que un cambio en las condiciones climáticas afectase a los modos de subsistencia de unos grupos humanos cuya economía se basaba en el trabajo de la tierra y la ganadería y que propiciase estos cambios en el patrón de asentamiento.

La situación en el Bronce Antiguo se torna más compleja al evidenciarse un abrupto cambio en la tipología edilicia que tiende hacia las plantas rectangulares con áreas diferenciadas en su interior. Este cambio, que se concentra en la zona oriental del valle del Duero, puede deberse a influencias o grupos provenientes del próximo valle del Ebro, donde estas tipologías constructivas están más presentes, tal y como puede apreciarse en diversos lugares de la vertiente oriental del Sistema Ibérico (Burillo y Picazo 1991–92: 71).

Por último, el Bronce Medio-Final se caracteriza por un retorno a plantas de tendencia circular a la vez que se producen soluciones intermedias entre ésta y la planta rectangular en forma de planta absidial. Más allá de la evolución de las formas, parece evidenciarse lo que cabría identificar como un retorno a la precariedad en los alzados. Al tiempo, cabe advertir un patrón de asentamiento que combina lugares en alto, de tipo castreño, con otros que se distribuyen por el llano circundante. Podríamos estar constatando la existencia ahora de un tipo de poblamiento «más móvil», plasmado en las estructuras más precarias identificadas en los poblados que ocupan los valles, articulado en torno a lugares de referencia situados en alto.

Lista de referencias

Abarquero Moras, F.J. 2005. *Cogotas I. La difusión de un tipo cerámico durante la Edad del Bronce*. Monografías Arqueología en Castilla y León, 4, Valladolid: Junta de Castilla y León.

Bellido Blanco, A. 1996. Los campos de hoyos. Inicio de la economía agrícola en la Submeseta Norte. *Studia Archaeologica,* 85, Universidad de Valladolid.

Burillo, F. y J. Picazo. 1991–1992. Cronología y priorización de la Edad del Bronce en la provincia de Teruel. *Kalathos*, 11–12: 43–90.

Crespo Díez, M; J.A. Rodríguez Marcos; G. Delibes de Castro y H. Becker. 2015. Prospección magnética en el recinto de fosos calcolítico de «El Casetón de la Era», *BSAA Arqueología* 81: 55–81.

Delibes de Castro, G.; F. J. Abarquero Moras; M. Crespo Diez; M. García García; E. Guerra Doce; J.A. López Sáez; S. Pérez Díaz y J. A. Rodríguez Marcos. 2015. The archaeological and palynological record of the Northern Plateau of Spain during the second half of the 3rd millenium BC. *Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 12, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt*, 429–448, Halle.

Delibes de Castro, G.; M. Crespo Diez y J. A. Rodríguez Marcos. 2016. Anatomía de un recinto de fosos calcolítico del valle medio del Duero: El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid). En *Del neolític a l'edat del bronze en el Mediterrani occidental. Estudis en Homenatge a Bernat Mart*í Oliver*,* 387–401.

Fernández-Moreno, J.J. 2010. «El Bronce Antiguo en el oriente de la Submeseta Norte», Tesis Doctoral Inédita. Dpto. de Prehistoria (Fac. de geografía e Historia), Universidad Complutense de Madrid.

Fernández-Moreno, J.J. 2013. El Bronce Antiguo en el Alto Duero: Los poblados del Parpantique de Balluncar y los Torojones de Morcuera (Soria), *Studia Archaeologica*, 98.

Fonseca, H.J. 2015. «Estructuras de habitación calcolíticas en el Valle Medio del Duero. Un caso de estudio: El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid)». Trabajo de Fin de Master depositado en el repositorio digital UCREA de la Universidad de Cantabria.

Fonseca de la Torre, H.J.; M. Crespo Diez; J.A. Rodríguez Marcos; P. Martín Ramos; M. Cubas y M.A. Sánchez Carro. 2017. Aproximación a la arquitectura del barro en el yacimiento de El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid). *Investigaciones Arqueológicas en el Valle del Duero: Del Paleolítico a la Edad Media* 5: 107–124, Glyphos publicaciones.

García Barrios, A.S. 2007. El espacio doméstico en la Prehistoria Reciente de la Meseta: el testimonio de las cabañas de la Edad del Cobre en el valle medio del Duero. *Lancia. Revista de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua del noroeste peninsular*, 6: 59–75.

Gibaja, J.F., Crespo, M., Delibes, G., Fernández, J., Fraile, C., Herrán, J.I., Palomo, A. y Rodríguez Marcos, J.A. 2012. El uso de trillos durante la Edad del Cobre en la Meseta española. Análisis traceológico de una colección de denticulados de sílex procedentes del «recinto de fosos» de El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid). *Trabajos de Prehistoria* 69 (1): 133–148.

Jiménez González, M.C. y J. I. Martín Benito, J.I. 1989. En torno a una estructura constructiva en un «Campo de Hoyos» de la Edad de Bronce de la Meseta española (Forfoleda, Salamanca). *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*. 41–42: 263–282.

Larrén Izquierdo, H. (Coord.) 1999. *Arqueología e infraestructura agraria en el valle del Tera (Zamora)*. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

López Sáez, J.A. 2007. *Paleoambiente en el Tercer Milenio CAL B.C.: Análisis Palinológico del yacimiento calcolítito de «El Casetón de la Era – El Palomar» (Finca de Matallana, Villalba de los Alcores, Valladolid)*. Informe inédito.

López Sáez, J.A. 2012. Historia de la vegetación en la comarca de Villafáfila durante el Holoceno Reciente. En *Arqueología de la Sal en las Lagunas de Villafáfila (Zamora): Investigaciones sobre los cocederos prehistóricos.* Arqueología en Castilla y León. Monografías, 9, Valladolid: Consejería de Educación y Cultura, D. L.

Maluquer de Motes, J. 1958. Excavaciones arqueológicas en el Cerro del Berrueco (Salamanca). *Acta Salmanticensia,* 14. Universidad de Salamanca.

Marcos Contreras, G. J., Sanz García, F. J., Misiego Tejeda, J. C., Doval Martínez, M Y Fernández Orallo, E. 2003. Excavación en área en un yacimiento Calcolítico precampaniforme: «Pozo Nuevo», en Tagarabuena (Toro, Zamora). *Anuario 2003. Instituto de estudios zamoranos «Florián de Ocampo»*, 31–59, Zamora.

Palomino Lázaro, A. L., Abarquero Moras, J. y Negredo García, J. 1998. La primera colonización estable de las tierras ribereñas del Duero en el suroeste de la provincia de Burgos. El poblamiento calcolítico. *Numantia: Arqueología en Castilla y León*, 8: 63–84.

Palomino Lázaro, A.L., Negredo García, M.J., Abarquero Moras, F.J. 1999. Cabañas, basureros, silos y tumbas en el yacimiento de El Cerro, La Horra (Burgos): A vueltas sobre el significado de un campo de hoyos en la Edad del Bronce de la Meseta. *Numantia. Arqueología en Castilla y León, 7:* 21–41.

Pérez Rodríguez, F.J., Misiego Tejeda, J.C., Sanz García, F.J., Marcos Contreras, G.J., Martín Carbajo, M.A., Fernández Giménez, J.M.ª 1994. La Huelga. Un interesante yacimiento de la Edad del Bronce en el centro de la cuenca del Duero (Dueñas, Palencia). *Numantia*, 5: 11–32.

Rodríguez Marcos, J.A., 2005. Una cabaña de época campaniforme: el yacimiento de Pico del Castro (Quintanilla de Arriba, Valladolid). En *Homenaje al Profesor D. Alberto C. Ibáñez Pérez. Estudios de Historia y Arte*, Universidad de Burgos. 81–86.

Rodríguez Marcos, J.A. 2007. *Estudio secuencial de la Edad del Bronce en la Ribera del Duero (provincia de Valladolid)*. Monografías Arqueología en Castilla y León, 7. Valladolid: Junta de Castilla y León.

Rodríguez Marcos, J.A., Palomino Lázaro,A.L. 1997. Un asentamiento castreño del Bronce Antiguo en la cuenca del Duero: El Pico Romero en Santa Cruz de la Salceda (Burgos). En *II Congreso de Arqueología Peninsular*, Zamora, del 24 al 27 de septiembre de 1996, Fundación Rei Afonso Henriques, Tomo II Neolítico, Calcolítico y Bronce, 579–590.

Rosa Municio, R., de la. 1994. El Balconcillo del cañón del río Lobos. Un yacimiento de la Edad del Bronce en tierras sorianas, *Revista de Arqueología*, 154: 30–35.

Sánchez Polo, A., 2010. La muerte en la arqueología: visiones cruzadas/ posiciones encontradas. *El Futuro del Pasado* 1: 173–187.

STRATO Gabinete de estudios sobre Patrimonio Histórico y Arqueológico S.L. 1991. *Excavación arqueológica en el yacimiento «Los Bajos», Vecilla de Trasmonte (Zamora) según proyecto acequia de enlace de los sectores X y XI de la zona regable de la margen Izquierda del Tera*. Informe inédito depositado en la Delegación Territorial de Cultura de la Junta de Castilla y León (Zamora).

Zapatero Magdaleno, Mª P. 2015. «El Neolítico en el Noreste de la Cuenca del Duero: El Yacimiento de La Velilla en el Valle del Valdavia (Palencia)». Tesis doctoral depositada en la Universidad de Valladolid.

Algunas fuentes escritas sobre la construcción precolombina

Juana Font Arellano

Entre la Edad Media y el Renacimiento: «Y decíamos que parescía a las cosas de encantamiento», dice Bernal Díaz cuando admira las ciudades que hallara en Méjico, comparándolas a las descritas en el *Libro de Amadís*.

La profunda huella que marcaran en los españoles las hazañas de los caballeros andantes se percibe en el nombre que dan a la península de California en honor de la reina Calafia, enamorada de Esplandián, hijo de Amadís de Gaula y de Oriana de Gran Bretaña. Su vida, escrita por Garci Rodríguez de Montalvo, era muy popular a fines del siglo XV en una sociedad impregnada de medievalismo aunque ya valoraba el Renacimiento, como muestra el encargo de S. Pietro in Montorio, que hiciera a Bramante la reina Isabel.

En su magistral novela *Baudolino*, Humberto Eco describe los encuentros de este singular personaje con extrañas criaturas, las mismas que pueblan el estudio sobre iconografía del gótico que realiza Jurgis Baltrusaitis. Son las que circulaban por los relatos de Odorico de Pordenone, los *Viajes* de Jean de Mandeville o los textos sobre el mítico Preste Juan, formadoras de una mentalidad predispuesta a la aventura, a creer en portentos y lugares donde viajar para hallar las fuentes milagrosas que buscara Ponce de León en Bímini o las ciudades encantadas que soñara Marcos de Niza.

El afán por conocer nuevas tierras alcanzará el éxito a las narraciones de viajes como el de Marco Polo, realizado en el siglo XIII o el promovido por Juan III de Castilla, que recoge el *Viaje a Tamorlán*, de 1406. Su autor, Ruy González de Clavijo, fue el embajador ante el Gran Tamerlán que designó el rey castellano «tan deseoso de las cosas extrañas que enviaba caballeros de su casa… al Preste Juan de las Indias… y al Tamorlán… que mucho conviene a los grandes príncipes saber de los semejantes».

La paradójica verdad de lo real

El título dado por Isabel Soler al capítulo que redacta para el catálogo de la exposición *La materia de los sueños* muestra la perplejidad que embargaría a Colón o a Vespucio al no encontrar indicios que confirmaran su presencia en las Indias ni en el ansiado Paraíso convencidos, como estaban, de que llegaban a esas tierras. (Soler, 2007,77)

Seguros de que debían hallar seres humanos, edificios, naturaleza y animales desconocidos, propios de los países donde nace el sol, comprueban asombrados que en la zona donde aportaron, no aparece lo que allí debería estar.

Su extrañeza era aún mayor ya que las cosas notables de Oriente habían sido confirmadas por los navegantes portugueses, y porque a fines de la Edad Media era difícil aceptar en la Europa cristiana la existencia de otro continente distinto a los tres constatados, cuyo reflejo papable era la imagen de la Trinidad.

Desconociendo aún que habían llegado al lugar que los aztecas llamaran Cem Anahuac, *tierra rodeada de las grandes aguas*, sus primeros escritos no reflejan desilusión sino admiración por los lugares que

describen. Colón explica que «la Spañola es maravilla… ay palmas de seis o de ocho maneras (….) pinares a maravilla... cantaba el ruiseñor e otros paxaricos… los hombres andan desnudos (…) y son muy temerosos, a maravilla». Estas frases acusan el encanto del lugar descrito incluso privadas del sentido exacto que entonces tenía la palabra *maravilla*, usada para describir algo digno de reseñarse por su rareza.

Muy pronto comentan los edificios en textos como *De insulis inventis epistola Cristoferi Colon,* editada en Basilea el año 1493, donde se muestra una vista de La Española con arquitecturas o las que, también Colón, envía a Luis de Santángel, en una imagen con el rey Fernando y la flota que parte hacia las nuevas tierras. Lo mismo harán quienes describen Mesoamérica y Andes centrales, de tal modo seducidos por su belleza que llegaran a pensar «si era entre sueños… ver cosas nunca oídas, ni vistas ni aún soñadas, como veíamos».

Nueva España. Mesoamérica

Paul Kirchhoff denominó Mesoamérica, desde 1943, a la zona sur del Virreinato de Nueva España, descrita en el siglo XVI comprendida entre el río Pánuco y el Sinaloa, en el Pacífico, abarcando en su centro la depresión de los ríos Tula y Moctezuma, limitando al sur con la desembocadura del Motagua, el golfo de Nicoya y el lago de Nicaragua. En ella está el área maya, con el Yucatán, zonas de las actuales Guatemala, Honduras, Belice y Salvador. Todas formaban parte del enorme virreinato que también regía las islas caribeñas y bastante más del tercio meridional estadounidense, espacio poco urbanizado, por lo que observaremos sólo las tierras más al sur.

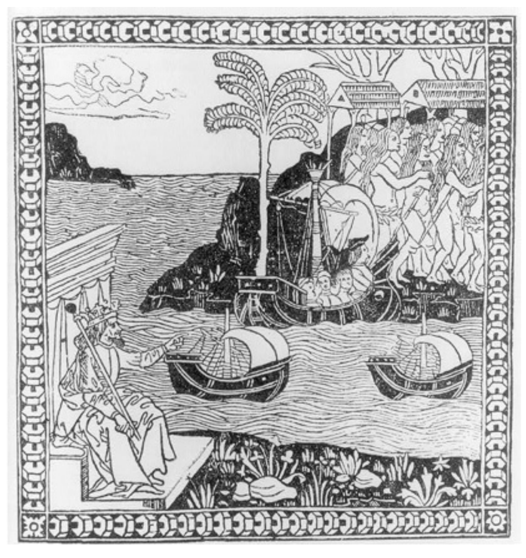


Figura 1
Construcciones del Caribe en Carta de Colón a Santángel, febrero de 1493

Materiales y sistemas constructivos en el Altiplano

Materiales constructivos

Venta en mercados: Varios autores escriben sobre este punto consignando que en tierras mejicanas conocían ya la cerámica, lo que no ocurriría en Perú.

Dice Cortés en su Segunda Carta: «Tiene esta ciudad [Tenochtitlán] muchas plazas, donde hay continuo mercado… Tiene otra plaza tan grande como dos veces la de Salamanca, toda cercada de portales alrededor, donde hay cotidianamente arriba de sesenta mil ánimas comprando y vendiendo… plomo, latón, cobre, estaño, piedras… Véndese cal, piedra labrada y por labrar, adobes, ladrillos, madera». (Cortés, 1519,66)

Bernal, cuya obra se publicó muchos años después de su muerte, confirma la venta de estos materiales y el esplendor del lugar: «Cuando llegamos a la gran plaza, como no habíamos visto tal cosa, quedamos admirados de la multitud de gente y mercaderías… cada una tenía ordenado su asiento… madera, tablas, vigas, tajos y bancos… entre nosotros hobo soldados que habían estado en muchas partes del mundo, e en Constantinopla e en toda Italia y Roma y dijeron que la plaza tan bien compasada y con tanto concierto y tamaño e llena de tanta gente no la habían visto» (Díaz del Castillo, 1632, 196)

Canteras

Dice Fray Toribio de Benavente, explicando las pedreras de Puebla: «Tiene esta ciudad muy ricas pedreras o canteras y tan cerca que a menos de un tiro

de ballesta se saca cuanta quisieren, así para labrar como para hacer cal, y es tan buena de quebrar por ser blanda, que aunque los más de los vecinos la sacan con barras de hierro y almadana, los pobres la sacan con palancas de palo… Están… debajo de tierra a la rodilla y a medio estado y por estar debajo de tierra es blanda; porque [pero] puesta a el sol y el aire se endurece y se hace muy fuerte… es extremadamente buena para hacer paredes… la que sale menuda y todo el ripio… guardan para hacer cal, la cual sale muy buena, y se hace mucha… porque tienen los hornos juntos adonde sacan la piedra y los montes muy cerca, y agua no les falta» (Benavente 1526, Tratado III, Cº XVII, Punto 425, 285).

Terreras

«Hay en esta ciudad [Puebla] muy buena tierra para hacer adobes, ladrillo y teja; aunque teja se ha hecho poca porque todas las casas que se hacen las hacen con terrados. Tiene muy buena tierra para tapias y así hay muchas heredades cercadas de tapia». (Benavente, Tratado III, Cº XVII, Punto 287, 286)

Pencas de maguey

«Si a este methl o maguey no lo cortan sino que lo dejan espigar… echa un pimpollo tan grueso como la pierna de un hombre… y adonde hay falta de madera sirve para hacer casas, porque de él salen buenas latas y las pencas de los verdes suplen por teja». (Benavente, Tratado III, Cº XIX, Punto 443, 295)

Alquitrán

Gonzalo Fz. de Oviedo, dice que una fuente natural mana brea en Cuba pero es de peor calidad que la encontrada en Méjico, en Pánuco. (Fz. de Oviedo. 1516, 478)

Muros

También Oviedo recuerda los vegetales de La Española, donde, «atadas con bejucos, se emplean cañas juntas unas con otras, hincadas en tierra cuatro o cinco dedos, cubiertas con paja o yerba larga, muy buena y muy bien puesta» (Fz.de O.o.c. 485).

Cubiertas vegetales, de piedra y cueros

Insisten los autores en el uso de paja, palmeras y cortezas. Gómara dice varias veces que hay casas de piedra y de otros materiales, siempre cubiertas con vegetales, pero añade un par de lugares donde los techos se realizan con materiales insólitos: cueros de peces y animales, en la zona del Río de Palma, o lanchas (sic) de piedra, en Cozumel (López de Gómara, 1534, 181 y 305)

Revocos

Fray Juan de Torquemada describe los acabados de Teotihuacán: «de argamasa; y después de encalados… los bruñían con unos guijarros y piedras lisas; y quedaban con tan buena tez y tan hermosamente bruñidos que no podía estarlo más un plato de plata». (Torquemada 1615, Vol. I, 252).

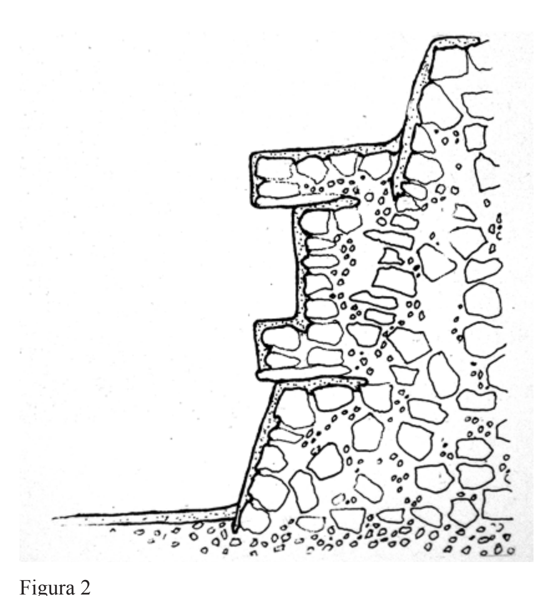


Figura 2
Tablero-talud, revocado, en Teotihuacan, Gendrop y Heyden, f.22, p.24

Templos, pirámides y fortalezas

Templo de Anáhuac

Fray Toribio anota cómo se hicieron los edificios mejicanos de tablero y talud, ya usados en Teotihuacan y en Tlapacoya: «La manera de los templos de Anáhuac nunca fue vista ni oída, así de su grandeza y labor… y de esta manera eran los templos (…) [llamados] teucallis… hacían un gran patio cuadrado… de esquina a esquina un tiro de ballesta (…) cercábanle de pared, y muchos de ellos eran almenados… en lo más eminente de este patio hacían una gran cepa cuadrada… que tenía cuarenta brazas de esquina a esquina, la cual toda henchían de pared maciza, y por la parte de afuera iba su pared de piedra. Lo de dentro henchíanlo de piedra, lodo o barro y adobe… y como la obra iba subiendo, íbanse metiendo adentro, y de braza y media a dos brazas en alto iban haciendo y guardando unos relejes metiéndose adentro, porque no labraban a nivel». (Benavente, o.c. Tratado I, Cº XII, Pº 121, 116–117)

Templo mayor de Tenochtitlán

Lo analiza Hernández midiendo aún con ulnas, equivalentes a un pie y medio: «La estructura del templo mayor… [es] un cuadrado cuyos ángulos distaban casi quinientos pasos uno de otro, rodeado de un muro de piedra que se abría por sólo cuatro puertas a las vías públicas… Casi la mitad del pavimento de este espacio era un aplanado sólido de tierra y piedra y, como el patio mismo, un cuadrado de cincuenta ulnas de lado. De allí se levantaba una construcción, que se atenuaba poco a poco, a modo de pirámide y concluía en una azotea cuadrada de ocho o diez ulnas por lado, a la cual se subía por la parte del Ocaso por ciento trece escalones… desde allí se podía ver toda la ciudad… y nada más hermoso podía presentarse a la vista». (Hernández, 1635, L.II, Cº IX, 131)

Pirámides

Mesoamérica empleó su propio lenguaje para estas construcciones, en realidad una superposición escalonada de cuerpos troncopiramidales, troncocónicos o volúmenes más complejos. (Gendrop y Heyden, 1989,19)

Cholula: La enorme pirámide, con 450 metros en cada lado, es una sucesión de siete envolturas consecutivas que alcanza los 66 metros de altura. Admiró a numerosos cronistas, como Gabriel de Rojas o Villaseñor.

En 1526 es Fray Toribio quien expone: «Los chololas comenzaron un teucalli extremadísimo de grande, que sólo la cepa de él que ahora parece tendrá de esquina a esquina un buen tiro de ballesta (…) [aunque] tenía mucho más y era más alto que ahora parece… y es tan de ver este edificio, que si no pareciese[mostrase] la obra de ser piedra y barro y partes de cal y canto, y de adobes, nadie creería sino que era alguna sierra pequeña». (Benavente, Tratado I Cº XII, Pº 123, 118)

Fortalezas

Reseñamos aquí el Fuerte de Veracruz tanto por la ayuda que prestaran los nativos como por ser el primer uso constatado de la tierra compactada en América. Lo relatan Cortés y Bernal, cuya descripción sobre cómo se hizo la fortaleza recogemos: «Después que hobimos hecho… amistad con los totonaques (…) acordamos de fundar la Villa Rica de la Vera Cruz… en unos llanos media legua del pueblo que estaba como fortaleza… y trazada iglesia y plaza y atarazanas, cubos, y barbacanas, e hicimos una fortaleza y desde en los cimientos, y en acaballa de tener(…) dimos tanta priesa, que desde Cortés, que comenzó el primero a sacar tierra a cuestas, como todos… trabajábamos por la acabar de presto, los unos en los cimientos y otros en hacer las tapias y otros en acarrear agua» (Díaz del C,o,c, 100).

Ciudades

Temistitlán [Tenochtitlán]

Dice Fray Toribio: «quienes la fundaron tenían chozas de paja. Luego llegaron los mejicanos que comenzaron los edificios, así de adobe como de piedra, y… hoy casi todos los canteros (…) son de Temistitlán o de Tezcuco (…) y salen a labrar por sus jornales… como en España viene los vizcaínos y los montañeses». (Benavente, Tratado III, Cº VII, Punto 348, 236)

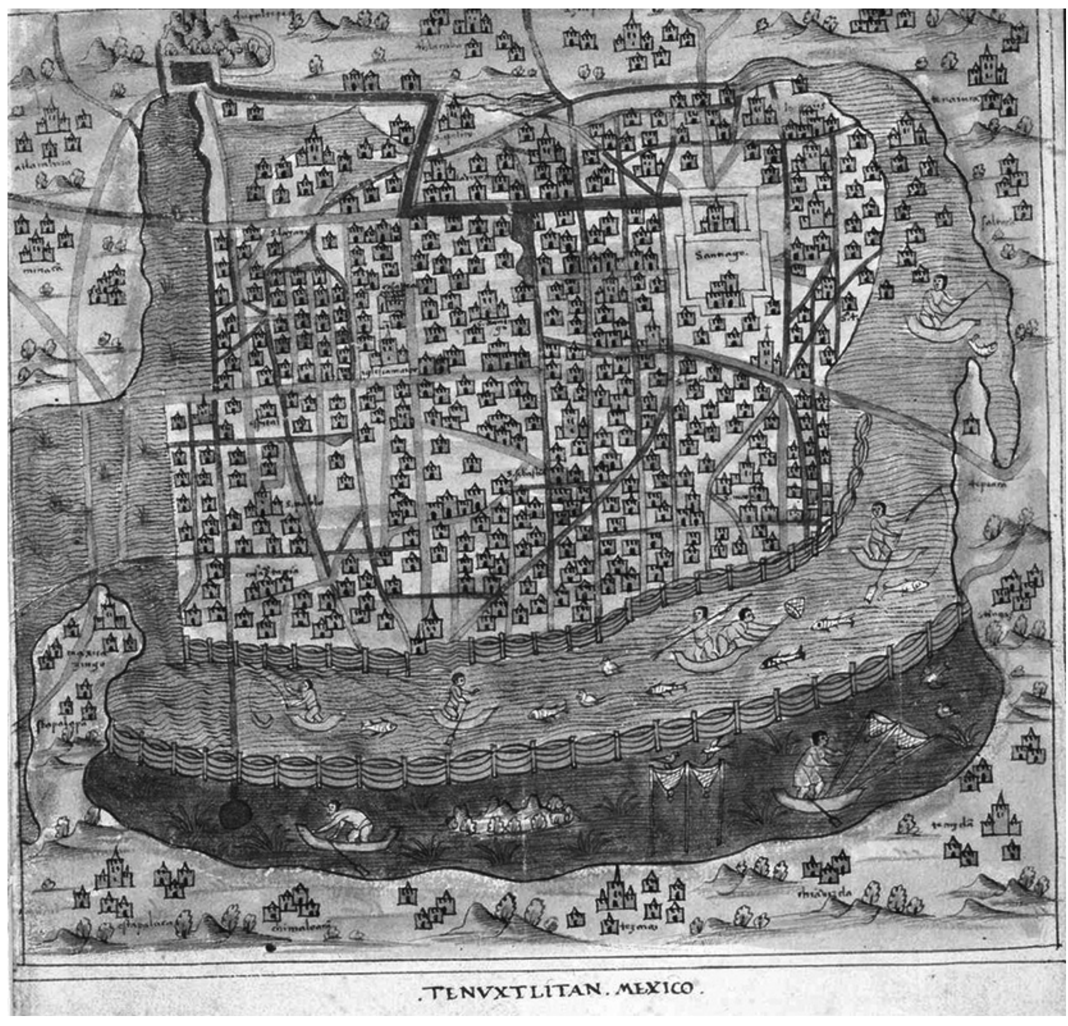


Figura 3
Tenochtitlán en Islario General, Alonso de Santa Cruz, 1550, hoja 341 (Bib. Universidad Upsala)

El médico Francisco Hernández también describe la fabulosa Tenochtitlán: «Tenía… sesenta mil casas o más. Se veían fabricadas muy diestramente con piedras y vigas, templos, palacios reales y casas de próceres. Las demás eran bajas, estrechas y carecían todas de puertas y ventanas. La ciudad estaba construida sobre una gran laguna, que llenaban total o parcialmente, pero traían el agua para beber desde el manantial de Chapultepec, con tubos y acueductos. La laguna parecía hervir de vida, llena de chalupas que transportaban todo cuanto pudieran precisar sus habitantes». (Hernández, Cº XXI, 104)

Tezcoco

«Además del número increíble de huertos y vergeles y de la variedad de aviarios, jaulas de fieras… canales… construcciones y mamposterías de piedras y guijarros toscos y desiguales, acomodados con artificio admira-

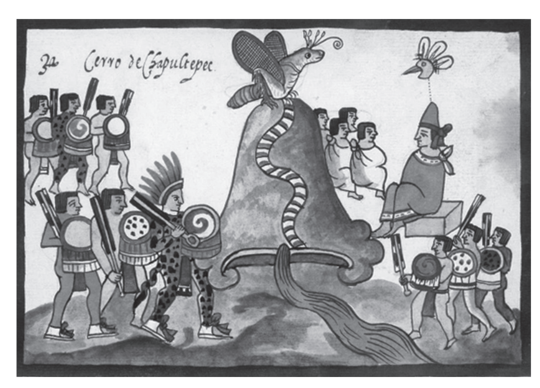


Figura 4
Cerro de Chapultepec en Códice Tovar, 1585,hoja 341 (Bib. John Carter, Rhode Island)

ble, divididos y separados pero de tal manera unidos con sábulo y cal… que presentaba un espectáculo… hermoso». (Hernández, o. c. Cº XIV, 142)

Teotihuacán

Al noreste de la actual ciudad de Méjico. Con taludes cuya inclinación oscilaba entre los 45º y los 60º, sus pirámides tenían tableros con alturas que generalmente medían el doble o el triple que las de los planos inclinados. Fueron realizadas con capas de tierra recubiertas de piedra y rematadas con estuco calizo, como cita Fray Juan de Torquemada. Quizá fue uno de los motivos de la crisis, porque la tala masiva de bosques para elaborar la cal favoreció la pérdida de suelos fértiles. (Ramos, L. y Blasco, C.1988, 22) En su Fase III llegó a ser el núcleo más poderoso del norte Mesoamericano, regularmente trazado acorde a un módulo de 57 metros cuyo empleo de extendía incluso al valle contiguo. (Gendrop y Heyden, o.c.38) Hacia el año 600 comenzó a declinar hasta que los aztecas recuperaron la estima por este lugar al que devolvieron notable esplendor, usándolo incluso para enterramientos de notables. Fray Bernardino de Sahagún recoge este aspecto y las narraciones míticas indígenas sobre un espacio cuya impresionante belleza hizo que llamara Lugar donde se hacen los Dioses: «Allí también se enterraban los principales señores, sobre cuyas sepulturas mandaban hacer túmulos de tierra». En general, tanto las descripciones indígenas como las españolas lo que reflejan es lo que los aztecas contaban sobre lo que allí había sucedido. (Sodi, 1982,88)

Viviendas y palacios

Consigna Hernández cómo son las viviendas de Tenochtitlán: «Viven muchos en una sola casa, o porque sea necesario que habiten juntos… o por lo numeroso de los hombres y lo estrecho de la ciudad. Para construir entallan la piedra con piedra. Los más a propósito para ser hendidos… son algunos sílices translúcidos que encuentran blancos, negros y cerúleos… Decoran con pinturas variadas las paredes… todavía no habían inventado las puertas ni las ventanas de hojas ni habían echado cerrojos… Usaban teas en lugar de lámparas». (Hernández, o.c. Cº XII, 80)

Varios cronistas describen lo que oyeron contar sobre fabulosos palacios. Motolinía describe el alzado por el gobernante de Tula, cuya residencia constaba de dos edificios, uno con cuatro aposentos, de oro el orientado al Este, de esmeraldas y turquesas formando mosaico el que daba al Poniente, cubierto de conchas marinas y plata el meridional y de piedra roja y jaspes el situado al Norte. Junto a ellos se alzaba el pabellón realizado con labor de plumas, también con dos parejas de estancias que repetían los mismos colores para las orientaciones similares. (Sodi, o.c..108–109)

Tanto Cortés como Díaz del Castillo, en sus conocidas descripciones, constatan, admirados, las estancias del palacio habitado por Moctezuma, sus jardines, casa de fieras, hermosos utensilios y refinados manjares.

Islas del Caribe

Viviendas

Fernández de Oviedo comenta que son distintas las casas de las islas, caneys redondos en La Española, de los bohíos alargados, cubiertos a dos aguas situados en Tierra Firme. Ambos tipos son de buenas maderas y cañas. (Fz de O. o.cit.p.185)

Fortalezas

Varios textos recogen el llamado Fuerte de Navidad que realizara Cristóbal Colón, en Navidad de 1942,

ayudado por el cacique local Canaguari, en el norte de La Española con el maderamen de la carabela Santa María, quebrada en las rocas de la costa.(Gómara, p.167)

Por su rareza destaca el que describe Pedro Mártir de Anglería, en su Primera *Década*, realizado por Bartolomé Colón en La Española, al que llamaron el Fuerte de Oro porque «en la tierra que los peones tapialeros llevaban para construir los muros, al amasarla recogían oro» (Anglería,1511, p.51). Amplía esta descripción Gómara que dice «se comenzó luego (…) a labrar de tapiería, que es la tierra de allí buena para ello» (Gómara, o.c.321).

Zona maya

Aunque los españoles tuvieron un encuentro casual el año 1502 en el golfo de Honduras con navegantes mayas, de esta cultura sólo quedaba la lengua y sus edificios de piedra, rescatados gracias al interés de Carlos III de España, que ordenó iniciar su excavación, como hiciera también con los sepultados en Pompeya y Herculano.

Extendida por un territorio de unos 324.000kilómetros cuadrados, de climas y suelos muy variados, lo característico del mundo maya es la construcción de dos tipos de Complejos: los Astronómicos y las Acrópolis.

Diego de Landa constata la belleza y la calidad de la construcción maya: «En Yucatán hay muchos edificios de gran hermosura que es la cosa más señalada que se ha descubierto en Las Indias, todos de cantería muy bien labrada sin haber ningún género de metal en ellas con que pudiesen labrar… cada pueblo labraba un templo por algún aparejo que hay de piedra y de cal y de cierta tierra blanca excelente para edificios» (Landa, 1566, Cº V, 27 y28).

Viviendas

Cortés, en la Carta que inicia su informes a Carlos V sobre suelo mejicano, describe lo que halla en la zona maya: «las casas, en las partes que alcanzan piedra son de cal y canto… muy amoriscadas, y en las partes en donde no [la] alcanzan… hácenlas de adobe y encálanlos… y las coberturas de encima son de paja» (Cortés, o.c.35).

En general las viviendas se levantaban utilizando piedra en las zonas más secas y ligeros muros tejidos de bahareque en las áreas húmedas. Para aislarlas del suelo, se elevaban en plataformas de tierra compactada, sascab, colocadas sobre empedrados. Tenían un único vano, el acceso, orientado al Este y con frecuencia contaban con otras dos chozas, una destinada a elaborar los alimentos y la otra a granero o koben. Todas con cubierta vegetal a dos o cuatro aguas y muchas veces con los extremos redondeados, lo que resuelve el problema de la esquina, aumentando la duración de la vivienda.

Landa precisa más cómo eran las viviendas comunes de los mayas «Que la manera [de] hacer sus casas era cubrirlas con paja… o con hojas de palma… que tenían muy grandes corrientes [pendientes de las cubiertas] para que no se lluevan… y después echan una pared de por medio y a lo largo que divide toda la casa… y dejan algunas puertas para la mitad que llaman espaldas... donde tienen sus camas... y la otra mitad la blanquean... y es el recibimiento y aposento de los huéspedes(…) toda abierta… a lo largo de la casa y baja mucho la corriente [cubierta] delantera por temor de los soles y las aguas» (Landa, o.c .Cº XX, p.90–93).



Figura 5
Joya de Cerem, en El Salvador, circa 600 d.C. Estructura 3, área 3, foto de Mario R. Durán

También Fray Toribio cita las viviendas en varias zonas de selva, levantadas sobre árboles, en las que se acogen por las noches sus habitantes y los animales domésticos, cerradas por todas partes porque «son tan ciertos los tigres y leones que comen todo cuanto abajo se olvida» (Benavente., o.c. Tratado III, CºVII, Pº.369,.250).

Templos, observatorios y fortalezas

Las conquistas constructivas más conocidas de la arquitectura maya son el empleo de la bóveda por aproximación y el dominio de las mamposterías que realizan utilizando piezas cuya longitud es mayor en el sentido de la profundidad que en de la altura, por lo que trabajan como encofrados donde se contiene el núcleo del muro, formado con una mezcla de piedras y mortero. Mientras que otras culturas mejicanas usaron techos planos los mayas prefirieron la falsa bóveda, lo que condicionó el diseño de sus espacios interiores incluso de los más singulares, como el llamado Caracol, observatorio astronómico situado en Chichén Itzá.

Menos conocidas son las bóvedas realizadas con argamasa, cuya cara inferior, ligeramente cóncava y bruñida, indica que fueron coladas sobre una cimbra curva o quizá sobre un relleno, como parecen sugerir las halladas en El Tajín. (Gendrop y Heyden, o.c.54). En general, frente a la horizontalidad de otras arquitecturas mejicanas, la maya conquista una verticalidad que acusa aún más el esbelto remate de sus templos.

Fortalezas

Tampoco fue ajeno al área maya el diseño de cercados y fortalezas como el que ofrece Becán, en Campeche, rodeada de foso y muros con siete estrechas puertas.

En Cuculcán se realizó un fuerte muro, cercando el lugar «y allí cercaron de una muy ancha pared de piedra seca como medio cuarto de legua dejando sólo dos puertas angostas… y en medio de esta cerca hicieron sus templos… y el mayor llamaron Cuculcán… hicieron otro redondo y con cuatro puertas» (Landa, o.c., Cap. VI, 31).

Virreinato del Perú

Las culturas andinas, durante el gobierno inca, también se extendieron en el siglo XVI por un espacio estimado en casi dos millones de kilómetros cuadrados, sobre territorios muy diferentes, actualmente en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile, Argentina y zonas de otros países cercanos. Englobaron riquísimas civilizaciones anteriores, algunas de gran antigüedad, como la que se muestra en Caral o las de los territorios Moche, Recuay, Nazca, Lima, Ichma o Tiahuanaco.

Igual que los mesoamericanos también los andinos elevaron edificios de sorprendente belleza utilizando procedimientos inauditos, como los morteros de plomo cuyo empleo consigna Pedro Cieza de León en su Crónica del Perú. Todos denotan la profunda sabiduría y el perfecto conocimiento del medio que tenían los habitantes de esta zona.

Sistemas constructivos en el Virreinato del Perú

Cimentaciones

Quizá por estar situados en zonas de seísmo, es frecuente encontrar referencias insólitas analizando cómo deberán construirse o eliminarse los cimientos.

Sobre algodón: Galdieri recuerda el palacio preincaico de Pumuchuco, inmerso hoy en la actual Lima, citado por Cieza en *El señorío de los Incas*, levantado sobre una gruesa capa de algodón que contrarrestara el temblor del terremoto. (Galdieri, 1998,22)

Sobre bolsas de vegetales y piedras: Las llamadas shicras, bolsas de vegetales tejidos formando mallas, se llenaban con piedras. Fueron utilizadas en diferentes lugares como Caral, hacia el 5.000 a.C. formando el núcleo de las pirámides, uso que se expandió en un radio de doscientos kilómetros (Vargas 2016,128)

Sin cimientos: El fraile Lizárraga comenta lo que observa en Santiago de Chile «Es de cuando en cuando [la ciudad] molestada de temblores vehementes, y es cosa no creíble; las casas cuyos cimientos son sobre tierra no padecen detrimento con ellos; las que los tienen fondos éstas corren riesgo y se abren; los temblores no son de vaivén como los deste reino, sino como saltando para arriba y son más peligrosos» (Lizárraga 1605, Cº LXXV, 44).

Muros

Si asombra el contrarresto de los seísmos no menos admira la amplia variedad de materiales y modos utilizados para realizar los muros.

Sillares de agua espumosa: Cuenta admirado Diego de Ocaña que en Huancavélica las casas «y todo

el pueblo es hecho de agua» porque del cerro cercano baja un manantial «que cuaja a manera de piedra pómez» que cortan para construir e incluso pueden dar la forma deseada llenando con agua los moldes (Ocaña, 1600, Cº XXXVI, 245)

Cañas: «Hay otra manera de casas que son fechas a dos aguas, y a éstas llaman en Tierra Firme buhío (…) y las paredes de cañas atadas con bejucos, que son unas venas ó correas redondas, que nacen colgadas de grandes árboles y abrazados con ellos (…) y hacen tales como las han menester para atar… y las paredes son de cañas, juntas unas con otras, hincadas en tierra cuatro o cinco dedos de hondo (…) y hácese una pared dellas buena y de buena vista» (Fernández de O. o. c, 485).

En el Puerto peruano de Paita las casas son «de bahareques de cañas, unas junto a otras, hincadas en la arena» (Ocaña, o.c. Cº VI,.59).

Aunque el jesuita Bernabé Cobo cita en el siglo XVII el uso de la caña en la zona andina, antes que él lo hace Cieza varias veces: «En ninguna parte de las Indias he visto ni oído a donde haya tanta multitud de cañas como en ella [Quimbaya].quiso Dios… que sobrasen porque no tuviesen mucho trabajo en hacer sus casas» (Cieza, o.c Cº XXIV,137)

Ramas: En la ciudad de Urabá las casas «son a manera de ramadas . . . [donde] duermen en hamacas» (Cieza,o.c. Cº VI, 89).

Glebas: Peculiares de muchas zonas y citadas por varios cronistas, son las piezas modeladas a mano, de formas diversas y realizadas con tierras de diferentes



Figura 6
Cercas de cañas en. Poblado cario, Viaje al Río de la Plata, U. Schmidl, 1535, Capítulo XX

colores, que se emplean deliberadamente para decorar el edificio en las zonas sin piedra.

Adobes: En la zona de Cuzco «tienen las casas de adobe» (Gómara, o.c.234)

Garcilaso constata la peculiaridad de estas piezas andinas: «Hazian los adobes tan largos como querían que fuesse el gruesso de la pared, que los más cortos venían a ser de una vara de medir, tenían una sesma poco más o menos de ancho y casi otro tanto de gruesso… asentávanlos en el edificio como asientan los ladrillos: echávanles por mezcla el mismo barro... pisado con paxa» (Garcilaso, L.II, Cº IV, 15).

Ulloa anota lo excepcional presencia de los adobes en los palacios y fortalezas de la sierra así como las dimensiones de las piezas: «los adobes son de distinto tamaño que los regulares, pues tienen dos tercias de largo, media vara de ancho, y una quarta de grueso. La tierra de que se hicieron fue preciso llevarla del valle, mediante a que en los cerros… no hay más que arena muerta... Sin estar cocidos son de una dureza como piedra; se conservan sin rajarse... aun los que hallan... recibiendo la humedad de las garúas; lo cual da lugar a pensar que tuvieron algún particular método de trabajarlos (...) cuyo secreto se ignora al presente» (Ulloa,1772, Entretenimiento XX, 286).

Tierra encofrada y compactada. Tapia: El noble mestizo Garcilaso de la Vega El Inca, consigna claramente que los andinos no sabían hacer tapias. Los edificios que no eran vegetales se hicieron con piedra o con adobes, dada la tradición y la facilidad de obtenerlos: «No supieron hazer tapias ni los españoles usan dellas por el material de los adobes». (Garcilaso, L II, Cº IV, 15).

Lo confirma Antonio de Ulloa: «La materia de las paredes es de tierra en forma de tapias; pero no las hacían al modo de Europa: las suyas seguían a lo largo todo el que tenían las paredes; y cuando la extensión de éstas era demasiada, las hacían en dos o tres trozos. Los tapiales [tramos] no tienen una misma altura… el uno suele tener tres pies, y el inmediato alto o baxo dos, o sólo uno; ni tampoco tiene la misma altura en todo su largo; por un lado es de dos pies o algo más de alto, y luego va disminuyendo hasta finalizar el uno en el otro; pero esta desigualdad la suple el que está inmediato por la parte de arriba o por la de abaxo… Las más altas… no tienen más que dos varas... el grosor es algo menos de media vara» (Ulloa, Entretenimiento XX, Pº 8).



Figura 7
Piedra de los doce ángulos, diorita, Palacio del Inca Roca, Cuzco

Piedra: Muchos investigadores sostienen que la cantería andina se realizó sin el auxilio de mezclas, pero Garcilaso constata, el LVI, Capítulo I, que se ayudaron de lo que denomina *llancac allpa*. Lo ratifica al examinar el fuerte de Sacsahuamán, cuando dice que entre las piedras se colocaba una lechada de barro colorado «muy pegajoso, para que hinchesse y llenasse las picaduras que al labrar la piedra se hacían.» (Garcilaso, Libro VII, Cº XXVII, 148).

Pero Cieza, en Carangue, le contradice: «Y los palacio y morada de los ingas están asimismo hechos de grandes piedras galanas y muy sutilmente asentadas sin mezclas, que no es poco de ver» (Cieza, Cº XXXVII, 179).

Insiste después: «El templo del Sol [en Tumebamba] era hecho de piedras muy sutilmente labradas . . . Algunos indios [decían] que las habían traído del Cuzco… con crecidas maromas, que no es pequeña cosa… por la grandeza (...) y gran longura del camino» (Cieza, Cº XLIV, 206).

Cubiertas

Vegetales: «Y encima son las dichas casas cubiertas de paja ó yerba larga, y son muy buenas y bien puesta, y dura mucho, y no se llueven las casas antes es tan buen cobrir para seguridad del agua como la teja y la paja ó yerba es mejor mucho que la de Flandes… En Tierra Firme hay muchas maneras de cañas y en muchas partes hacen casa y las cubren con los cogollos de ellas» (F. de Oviedo, o.c. .485 y 504).

De barro y esteras: «Hacen casa de adobe que cubren de uno como esparto» en las sierras de Perú. (Gómara, o.c. 276)

«Y como jamás no llovió en estos llanos y arenales del Perú, no hacían las casas cubiertas sino terrados galanos… para favorecerse del sol ponían unas esteras en lo alto... embarradas» (Cieza, Cº XXXVI, 176).

De piedra rayada: En la salas de Tiahuanaco, labrada en la roca: «Peinaron la piedra y la arrayaron para que pareciese cobixa de paxa» (Garcilaso, L.III, Cº II,133).

Recuerda luego que aunque los incas no supieron hacer bóvedas «dexaban, para los soterraños unos canezillos de piedra sobre los que echavan, en lugar de vigas, piedras largas, labradas a todas sus hazes… que alcançavan de una pared a otra».

Viviendas y edificios en el Virreinato del Perú

Sobre árboles y sobre agua

«En la provincia de Abrayme [Castilla del Oro]… hay muchos pueblos puestos sobre árboles, y encima de ellos tienen sus casa y moradas» (F. de Oviedo, o.c 485). Gómara cita las viviendas del cacique Abibeiba, en el Darién, sobre árboles «como cosa nueva y que parescía vecindad de cigüeñas o picazas» (Gómara, o. c.192)

«En Maracaibo hay casas sobre postes en agua, que pasan barcos por debajo» (Gómara, o.c.203).

Huacas, chullpas y pukullos

Cieza describe los enterramientos de cada lugar, constatando que son muy diferentes «Y así, por las vegas y los llanos (...) estaban las sepulturas(...) hechas como pequeñas torres de cuatro esquinas, unas de piedra sola y otras de piedra y tierra y algunas anchas y otras angostas(...) unas cubiertas con paja, otras con losas grandes» (Cieza, CºC, 357).

Ocaña cita las huacas de Trujillo comparando estas sepulturas, de adobe, a los laberintos de Creta. (Ocaña CºXI, 75)

Felipe Guamán, como nativo inca, buen conocedor de la zona serrana, cita otros edificios funerarios: «Y



Figura 8
Entierro del Inca Illapa Aia, en pucullo funerario, en Guamán Poma, p.287

edificaron casa de pucullo (…) aunque [porque] no supieron hazer adobes, cino todo era de piedra» (Guamán, 1615, 56).

Con este nombre de pucullos o putucos, se llaman también a los pequeños edificios cónicos del altiplano boliviano, realizados con tepes, material que también constituye el usado para levantar los abovedados waillychi, muchas veces situados en el mismo lugar.

Ambos grupos son muy diferentes de los que representa Cieza, en el Capítulo CIII, cuando describe la comarca del Collao y el Lago de Titicaca. (Titicaca, en Crónica del Perú, Cieza, 1550)

Fortalezas

Cieza cita las de «cañas gordas… arrancadas con sus raíces y cepas, las cuales tornan a plantar en hileras». (Cieza, Cº XX, 128)

«Traen la piedra rastrando á fuerza de brazos... y piedras de diez piés en cuadro, y aun mayores. Asiéntanlas con cal y otro betún, arriman tierra á la pared por do suben la piedra, y cuando el edificio cresce, tanto levantan la tierra; ca no tienen ingenios de gruas y tornos de cantería y así (…) andan infinitas personas» (Gómara, o.cit. p. 277).

Garcilaso, como varios cronistas, comenta en el Libro VI la fortaleza de Sacsayhuamán, cercana al Cuzco, realizada con enormes piedras traídas de canteras situadas a 20 kilómetros. Por sus recintos dentados, torres y puertas recuerda los fuertes abaluartados de Europa.

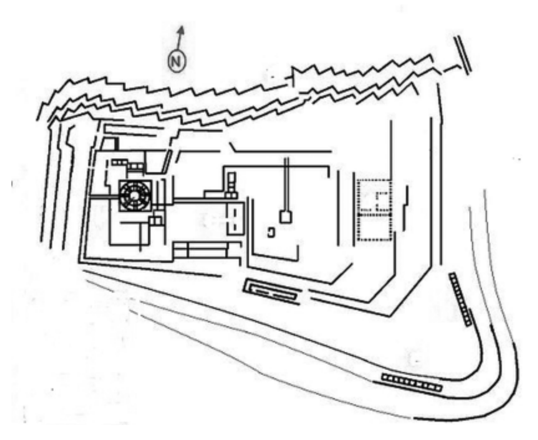


Figura 9
Sacsayhuamán, planta

Explica también el fuerte de Cac-Yauri, «de piedra seca y céspedes de tierra por mezcla» (Garcilaso, L.III., Cº II,.133).

Ulloa, describe las de Pachacamac «Hacia la parte del mar... en un parage elevado de arena están los vestigios del palacio cuyos muros subsisten todavía hasta una altura de cuatro o cinco varas... como a seiscientos pasos (…) sobre un cerro de arena... está la fortaleza, que también es de adobes» (Ulloa, Entretenimiento XX, 12–16).

Caminos

Varios cronistas comentan cómo son los dos principales Caminos, en la sierra o el llano, parte de la red de 60.000 kilómetros que pasaban por Argentina, Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú. El llamado

Cápac Ñam o *Camino del Poderoso* unía Cuzco con Machu Picchu completado por los puentes y los tambos, situados cada pocas leguas para reposar, almacenar agua, armas y víveres.

«El que iba por el llano estaba tapiado por ambos lados, tenía una anchura de 25 pies; el que iba por las sierras cortaba las peñas a su paso» (Gómara, o.c.277).

En el Contisuyo, Garcilaso recuerda «El Inca mandó hazer en ella una calçada, la cual hizo de piedras grandes y chicas, entre las cuales echavan céspedes... [que] son de muchos provecho en las calçadas, porque, entretexendo las raíces unas con otras por entre las piedras, las asen y travan y las fortalecen grandemente» (Garcilaso, L.III, Cº VIII, 145).

Después cita el texto de Agustín de Zárate, con los diferentes significados de la palabra tapia, cuando describe un camino real «que tiene cuarenta pies de ancho, con muy gruesas tapias [muros] del un cabo y del otro y cuatro o cinco tapias de alto».

Cieza trata muchas veces de estos caminos «hechos a mano, a fuerzas de hombres» que iban de Cuzco a Quito o hasta Chile, «a más de mil y doscientas leguas... en los cuales caminos había a tres o cuatro leguas muy galanos aposentos» consignando así la presencia de los tambos cada poca distancia. (Cieza, CºXL, 190)



Figura 10
Gobernador de los puentes de este reino, en Nueva Crónica y Buen Gobierno, Guamán Poma, p.358

Puentes vegetales

Los citan varios autores, como Garcilaso Inca en el Capítulo VII de su Libro II.T

También los consigna y representa Guamán Poma.

Pedro Cieza dice: «Y por los ríos tienen hechas puentes de unos grandes y recios bejucos... juntando gran cantidad hacen una soga o maroma muy grande, la cual echan de una parte a la otra del río y la atan fuertemente a los árboles».

Describe luego los pilares de piedra para tender un puente sobre el Bilcas «que es hecho de maromas de rama, a manera de las sogas que tienen las anorias para sacar agua… y son tan fuertes que pueden pasar los caballos a rienda suelta... tenía de largo (...) ciento sesenta y seis pasos». Cita otros muchos como «una puente de criznejas», en Condesuyo, otra de cañas en Quimbaya, una más «de haces de avena» junto a Cépita.

Además habla de la Acequia en el Valle del Ico, o del Acueducto junto a Urcos, a seis leguas de Cuzco «en este camino está una muralla muy grande y fuerte... y por lo alto della venían caños de agua, sacados con grande industria» (Cº XCVII, .348).

Recuperando la historia

La redacción de estas líneas ha querido recuperar el recuerdo, ahora casi perdido, de los relatos que llenos de admiración hicieran los cronistas al ir describiendo las asombrosas construcciones americanos que comentaban.

La lección de cordura, adaptación al medio, conocimiento constructivo y belleza inmutable hace de estas realizaciones un magnífico ejemplo en el que pueden mirarse todos cuantos pretenden conocer profundamente no sólo la historia de la construcción sino también la auténtica trayectoria de unos pueblos que supieron levantar las brillantes culturas de la tierra americana.

LISTA DE REFERENCIAS

Anglería, P. *Décadas del Nuevo Mundo* [1511] 1946 Bajel, Buenos Aires,

Benavente, T. *Historia de los indios de la Nueva España* [1526] 2001 Dastin, Madrid,

Cieza de León, P. *Crónica del Perú* [1550] 1984 Historia 16, Madrid

Cortés, H. *Cartas de relación* [1519] 1985 Sarpe, Madrid

Díaz, B. *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* [1632] 1795, Benito Cano, Madrid

Durán, D. *Historia de las Indias de Nueva España*, [S.XVI] 1880 Escalante, México D.F.

Fernández de O, G. *Sumario de la Natural Historia de las Indias* [1516] 1950 Fondo de Cultura Económica, México

Galdieri, E. «Tecnología y fantasía en las construcciones de tierra» *Encuentros Internacionales de Navapalos,* 1998 Ministerio de Fomento, Madrid

Garcilaso Inca, *Comentarios Reales* [1609] 1943, Emece Editores, Buenos Aires

Gendrop, P. y Heyden, D. *Arquitectura precolombina*, 1989 Aguilar, Madrid

Guamán Poma, F. *Nueva crónica y buen gobierno* [1615] 1987 Historia 16, Madrid,

Hernández, F. *Antigüedades de la Nueva España* [1635] 2000 Dastin, Madrid

Landa, D. *Relación de las cosas del Yucatán* [1566, circa] 2005 El Libro Total, Bucamaranga, Colombia,

Lizárraga, R. *Descripción del Perú, Tucumán, Río de la Plata y Chile* [1605] 1986

Historia 16, Madrid

López de Gómara, F. *Historia General de las Indias*, [1552] 1946 Atlas, Madrid

Ocaña, D. *A través de la América del sur* [1600] 1987 Historia 16, Madrid

Ramos, L. y Blanco, C. *Culturas clásicas prehispánicas*1988. Anaya, Madrid

Sodi, D. *Las grandes culturas de Mesoamérica*, 1982 Panorama, México D.F.

Soler, I. «La paradójica verdad de lo real» *La materia de los sueños*, 2007 Junta de Castilla y León

Torquemada, J. *Monarquía hispánica* [1615] 1948 Chávez Hayhoe, México

Ulloa, A. *Noticias americanas* [1772] 1944 Nova, Buenos Aires,

Vargas, J. «Patrimonio precolombino en Perú» 2016 *ATAL*, Argumentum, Lisboa


ISBN 978-84-9728-562-9
9 788497 285629